UNIVERSITÄTSDOZENT
DR. HERMANN MICHEL
DIREKTOR DER MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHEN ABTEILUNG DES NATURHISTORISCHEN MUSEUMS IN WIEN

NACHAHMUNGEN UND VERFÄLSCHUNGEN DER EDELSTEINE UND PERLEN

UND IHRE ERKENNUNG

VERLAG VON ULR. MOSERS BUCHHANDLUNG (J. MEYERHOFF) :: GRAZ

SPEYER & PETERS
BUCHHANDLUNG
BERLIN NW 7
Unter den Linden 39

13.40

Edward W. Kraus

G I A
LIBRARY COPY

LIBRARY COPY
614

TP
873
M623

Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Kriminalistischen Laboratoriums der Polizeidirektion Wien
(Wissenschaftl. Vorstand: Dozent Dr. Siegfried Türkel)

NACHAHMUNGEN UND VERFÄLSCHUNGEN DER EDELSTEINE UND PERLEN UND IHRE ERKENNUNG

von

Universitätsdozent Dr. HERMANN MICHEL
Direktor der mineralogisch-petrographischen Abteilung
des Naturhistorischen Museums in Wien

Mit 73 Abbildungen im Texte

GRAZ 1926

Verlag von Ulr. Mosers Buchhandlung (J. Meyerhoff)

Alle Rechte vorbehalten

Universitäts-Buchdruckerei »Styria« in Graz

VORWORT UND EINLEITUNG.

Der Inhalt dieser Arbeit erschöpft sich nicht im Titel, und zwar konnte er nicht so knapp gehalten werden, weil das Buch eigentlich auf viel weiter gehende Fragen Antwort geben soll. Nicht nur die ausgesprochene Nachahmung und Verfälschung muß hier behandelt werden, sondern alles das, was im Handel mit Edelsteinen und Perlen zu Irrtümern oder Zweifeln Anlaß geben kann. Die viel weitreichendere Frage muß beantwortet werden, was mit Edelsteinen und Perlen geschehen kann; was hievon erlaubt und was verboten ist. In diesem Sinne erweitert sich der Umfang der »Nachahmungen und Verfälschungen« beträchtlich, und es wird auch nötig, teilweise von Edelsteinen und Perlen schlechtweg zu sprechen.

Der Kreis, an den sich diese Arbeit wendet, besteht zumeist aus Juristen, die sich beruflich ab und zu mit solchen Dingen befassen müssen, welche einige Kenntnisse aus dem Gebiete der Verfälschungen von Edelsteinen und Perlen wünschenswert erscheinen lassen. Es mußte also der Gegenstand ohne spezielle Voraussetzungen behandelt werden; doch soll der hier gegebene Überblick trotzdem ein möglichst getreues Spiegelbild des gegenwärtigen Standes unserer wissenschaftlichen und praktischen Kenntnisse auf diesem Gebiete sein. Freilich hindert der geringe Umfang eine ausführliche und alle Einzelheiten erschöpfende Behandlung, bezüglich derer stets Handbücher werden herangezogen werden müssen.

Besonders soll durch diesen Überblick eine Vorstellung davon erweckt werden, was von einem »Sachverständigen« auf diesem Gebiete verlangt werden kann, mit welcher absoluten Gewißheit manche Aussagen gemacht werden können und wie weit die Angaben durch objektives Tatsachenmaterial belegbar sein können. Den Blick für ein solches Tatsachenmaterial zu schärfen, um einer Demonstration dieses Materiales etwa selbst folgen zu können, ist ein weiterer Zweck dieser Darstellung.

Dies erweist sich um so notwendiger, als es in vielen Fällen darauf ankommt, ob der Richter die nötigen sachlichen Kenntnisse hat, um mit den Zeugen, Beschuldigten und Sachverständigen verhandeln zu können. Der Sachverhalt ist manchmal so raffiniert angelegt und verschleiert, daß es gewisser Sachkenntnisse bedarf, um erfolgreich verhandeln zu können. Außerdem soll sich der Richter ein Bild von dem wirklichen Wissen des

Sachverständigen machen können; mancher Sachverständige sieht unbedingt das, was er sehen will, statt von den Tatsachen auszugehen und danach zu urteilen. Das Gutachten des Sachverständigen soll daher immer durch Tatsachenmaterial belegt sein. Dies ist erforderlich, um Auskünfte mit voller Sicherheit (sogenannte hundertprozentige Auskünfte) geben zu können. Der Verfasser hat gelegentlich seiner Inanspruchnahme bei Gerichten stets die Beobachtung gemacht, daß der Richter das größte Interesse für alle Details der sachlichen Seite der Streitfälle zeigt und solches Tatsachenmaterial geradezu wünscht.

Naturgemäß werden einzelne Fälle vorkommen, welche hier nicht konkret behandelt wurden, aber eine Vollständigkeit in der Behandlung der Gruppen von Betrugs-, Täuschungs-, Irrtums- und Zweifelsmöglichkeiten wurde angestrebt.

Das Register erleichtert die Auffindung spezieller Fragen, Literatur wurde fortlaufend zitert, ein Verzeichnis größerer Werke ist beigefügt. Eine Gliederung des Inhaltes in fünf größere Gruppen ist zweckmäßig erschienen. Zunächst werden die Edelsteine, ihre Nachahmungen und Verfälschungen in einem Übersichtsabschnitt behandelt, woran sich ein Kapitel über ihre Untersuchung schließt. Die beiden folgenden Abschnitte behandeln in analoger Weise die Perlen und der fünfte Abschnitt ist der Behandlung der Frage gewidmet, welcher Schutz gegen Irreführungen besteht und wie unsere bestehenden Gesetze wirksam zu ihrer Bekämpfung herangezogen werden können.

Besonderes Augenmerk wurde darauf gelegt, die im Handel mit Edelsteinen und Perlen vorkommenden Namen und Bezeichnungen, soweit sie zu Zweifeln Anlaß geben können, im Rahmen dieser Darstellung zu behandeln.

Die optischen Werke C. Reichert in Wien haben den Verfasser in dankenswerter Weise bei der Herstellung der Mikrophotogramme unterstützt, die zum großen Teile im Laboratorium dieser Firma hergestellt wurden.

Herrn Hofrat Prof. Dr. H. Rebel, dem Direktor der zoologischen Abteilung des Wiener Naturhistorischen Museums, sowie Herrn Hofrat Dr. Sturany dieser Abteilung ist der Gefertigte für liberalste Überlassung von Material zu herzlichem Danke verbunden.

Wien, im Frühjahre 1926.

H. Michel.

INHALTSVERZEICHNIS.

Seite

Vorwort III
Literaturverzeichnis VII
I. Edelsteine, ihre Nachahmungen und Verfälschungen 1
1. Künstliche Edelsteine 1
A. Praktisch künstlich darstellbare Edelsteine 1
Korund 1
Synthese des Rubines 2
Synthese des Saphires 6
Neuerungen im Verfahren 7
Weitere Farbvarietäten der künstlichen Korunde 7
Spinell 8
Die wirtschaftliche Bedeutung der künstlichen Korunde 9
B. Wissenschaftlich, aber nicht praktisch darstellbare Edelsteine 11
Diamant 11
Smaragd 15
C. Edelsteine, deren künstliche Darstellung fälschlich behauptet wird . . . 16
2. Verfälschungen und Veränderungen von Edelsteinen 17
A. Gläser und Glaspasten 17
B. Dubletten (Mixten) 18
C. Veränderungen der Farbe von Edelsteinen 19
Verfärbung von Edelsteinen durch Temperaturveränderung 19
Verfärbung von Edelsteinen durch Strahlen 20
Radiumstrahlung 20
Verfärbung von Edelsteinen durch chemische Vorgänge oder Aufnahme von Stoffen (Farbstoffen) 24
Unterlegen von Steinen 27
D. Irreführende Bezeichnungen von Edelsteinen, Unterschiebung minderwertiger Edelsteine 28
Handelsnamen von Edelsteinen 29
E. Vertauschung von Fundorten 30
II. Untersuchung von Edelsteinen 31
Die Untersuchung mit dem Mikroskope 32
Spektroskopische Prüfung 44
Lumineszenzerscheinungen (rote, blaue und grüne Steine) 46
Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen 51
Chemische Prüfung 51
Bewertung der Edelsteine 53
Preise für natürliche Edelsteine (Sommer 1925) 54
Preise für geschliffene künstliche Korunde 55

Seite

III. Perlen, ihre Entstehung, Züchtung, Nachahmung und Verfälschung 56
1. Entstehung und Aufbau der Perlen 56
2. Maßnahmen zur Vermehrung der Muschelbestände und der Perlbildung und die Züchtung von Perlen 63
Die Stellung der gezüchteten Perlen im Handel 75
Gerichtliche Entscheidungen 82
Normen über den Handel mit gezüchteten Perlen 84
3. Bearbeitung, Verfälschung von Perlen, Imitationsperlen 84
Imitationsperlen 89
IV. Die Untersuchung von Perlen 91
Die Bewertung von Perlen 108
Im Handel gebräuchliche Bezeichnungen von Perlenarten 111
V. Schutzmaßnahmen gegen Irreführungen und Täuschungen 114
Die Wiener staatlich autorisierte Untersuchungsanstalt für Edelsteine 118
Anhang, Amsterdamer Beschlüsse die Kulturperlen betreffend 122
Register 127

LITERATURVERZEICHNIS.

GRÖSSERE WERKE ÜBER EDELSTEINE UND PERLEN.

Außer den im Texte zitierten Abhandlungen sind aus der umfangreichen Literatur auszugsweise folgende größere Werke als Quellen für die behandelten Fragen zu nennen:

Bauer M.: Edelsteinkunde, Leipzig 1909.
Boutan L.: La Perle, Paris 1925.
Brauns R.: Das Mineralreich, Stuttgart 1903.
Deutsche Goldschmiedezeitung, Leipzig, W. Diebener.
Doelter C.: Edelsteinkunde, Leipzig 1893.
Eppler A.: Edelsteinkunde, Stuttgart 1912.
Groth P.: Edelsteinkunde, Leipzig 1887.
Hintze C.: Handbuch der Mineralogie, Leipzig 1897.
Kluge K. E.: Edelsteinkunde, Leipzig 1860.
Kunz G. F.: Gems and Precious Stones of North America, New York 1890.
Kunz G. F. and Stevenson Ch. H.: The book of the Pearl, New York 1908.
Michel H: Die künstlichen Edelsteine, Leipzig 1926 (Diebener).
Michel H.: Perlen, ihre Entstehung, Züchtung und Untersuchung, Leipzig 1926 (Diebener).
Rau W.: Edelsteinkunde, Leipzig 1923.
Schrauf A.: Edelsteinkunde, Wien 1869.
Tschermak G. und Becke F.: Lehrbuch der Mineralogie, Wien 1925.

I.

EDELSTEINE, IHRE NACHAHMUNGEN UND VERFÄLSCHUNGEN.

Im Sinne der in der Einleitung besprochenen Grundsätze soll in dieser Darstellung als Nachahmung alles gelten, was in irgendeiner Weise zur Irreführung im Handel mit Edelsteinen führen kann, was als etwas anderes ausgegeben werden kann, als was es eigentlich ist. In diesem erweiterten Begriffsumfange wird z. B. der weiße Zirkon, der im Handel manchmal die Bezeichnung »Maturadiamant« erhält, und der bisweilen als Ersatz für Diamanten verwendet wird, zu besprechen sein. Es wird derart auch ein Teil der natürlichen Edelsteine, die an und für sich keine Nachahmungen und Verfälschungen sind, zu behandeln sein. Dieser erweiterte Begriffsumfang beherrscht also den Rahmen der vorliegenden Darstellung.

1. KÜNSTLICHE EDELSTEINE.

Die für den Handel wichtigsten Nachahmungen von Edelsteinen sind wohl die künstlichen Edelsteine, von denen heute fast alle Farbvarietäten der Korunde und Spinelle in größeren schleifwürdigen Stücken hergestellt werden können. Weiter ist es wohl wissenschaftlich einwandfrei gelungen, den Diamanten und den Smaragd künstlich darzustellen. Doch haben diese Synthesen wegen der Kleinheit der erhaltenen Produkte und der großen damit verbundenen Kosten keinerlei praktische Bedeutung.

Schließlich wird von einer Anzahl von Edelsteinen behauptet, daß sie künstlich hergestellt werden können, ohne daß dies der Wahrheit entspricht. Wir werden also diesen Abschnitt in drei Gruppen zu teilen haben. Die erste umfaßt:

A. PRAKTISCH KÜNSTLICH DARSTELLBARE EDELSTEINE.

KORUND.

Bevor man zur Synthese von Edelsteinen und von Mineralien überhaupt mit Erfolg schreiten konnte, mußte eine gewisse Stufe der Kenntnisse über den chemischen Aufbau der Minerale erreicht sein. Deshalb waren

auch alle älteren Versuche, Edelsteine künstlich herzustellen, bis etwa in die ersten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts erfolglos. Erst um diese Zeit erweiterten sich die chemischen Kenntnisse so stark, daß mit Erfolg eine künstliche Darstellung von Edelsteinen versucht werden konnte. Die Synthese der Mineralien hat aber nicht nur praktischen, sondern einen viel höheren wissenschaftlichen Wert, weil erst dadurch eine wesentliche Bereicherung unserer Kenntnisse über die Bildung der Mineralien in der Natur möglich war. Die zahlreichen, manchmal widersprechenden Beobachtungen in der Natur konnten durch die Synthese überprüft werden. Vielfache Wege eröffnen sich uns zur Synthese, das ist zum Aufbau eines Minerales aus seinen Bestandteilen. Wir können direkt von der entsprechenden chemischen Mischung ausgehen, können aber auch Minerale in Gemengen mehrerer Minerale darstellen, schließlich auch aus einem Minerale ein anderes erhalten. Diese Umsetzungen können im sogenannten »Schmelzflusse« erfolgen, bei Temperaturen im allgemeinen zwischen 1000 und 2000°, aber auch in wässeriger Lösung bei Temperaturen bis zu etwa 300°; schließlich können auch die Stoffe in gasförmiger Form aufeinander einwirken oder durch Sublimation aus dem gasförmigen Zustande direkt niedergeschlagen werden. Gewisse Zusätze vermögen die Schmelztemperaturen wesentlich herabzusetzen und die Kristallisation zu begünstigen. Kurz auf sehr mannigfaltige Weise läßt sich »synthetisch« arbeiten.

Synthese des Rubines.

Schon im Jahre 1837 hat Gaudin[1] (Compt. Rend., Pariser Akad., 1837, *4*, 999) Korund und zwei Jahre später Rubin, die rote Varietät des Korundes, künstlich dargestellt und in den folgenden Jahrzehnten ist mehrfach die Synthese auch auf anderen Wegen gelungen. Praktischen Erfolg hatten aber erst die Versuche von Frémy und Feil (Compt. Rend., Pariser Akad., 1877, *85*, 1029), welche Bleialuminat in kieselsäurereichen Tiegeln erhitzten und nach dem Erkalten an den inneren Tiegelwandungen reichlich kleine Korundkriställchen fanden, während die Tiegelwand selbst sich zu Bleisilikat umgesetzt hatte. Bei Zusatz von 2 bis 3% Kaliumdichromat waren die Kriställchen dunkelrot gefärbt, durch Kobaltoxyd und eine Spur Kaliumchromat konnten sie blau gefärbt werden. Kriställchen dieser Art sind bereits praktisch als Uhrenlagersteine verwendet worden; sie haben flachtafelförmige Form, wie die Abbildung 1 zeigt. Die dunkel erscheinenden Seitenflächen sind die Rhomboederflächen, auf der Basis sitzen einige weitere Kriställchen orientiert auf. Dieser Umstand, daß meist kleinere Individuen

[1] In den Literaturzitaten ist zuerst die Jahreszahl, dann die Bandzahl, zuletzt die Seitenzahl genannt; die Bandzahl ist kursiv gesetzt.

in paralleler Verwachsung die tafeligen Flächen bedeckten, hinderte auch stark ihre Verwertung. Diese Rubine sind als Frémysche Rubine gehandelt worden, sie waren bis zu 50 *mg* schwer.

Nach einigen weiteren gelungenen Synthesen nahm Frémy seine Arbeiten im Jahre 1887 zusammen mit Verneuil wieder auf (Compt. Rend., Pariser Akad., 1887, *104*, 737) und verbesserte sein Verfahren so, daß Kriställchen bis zu einem Drittel Karat erhalten wurden, welche z. B. der Juwelier Taub in Paris bereits in Schmuckstücke faßte. Diese größeren Frémyschen Rubine sind als »rubis scientifiques« bezeichnet worden.

In den Jahren 1882 und 1883 war eine größere Menge von Rubinen auf den Markt gekommen, deren Herkunft mit einem gewissen Schleier zu-

Abb. 1.
Frémyscher Rubin, nach R. Brauns (Vergr. 30).

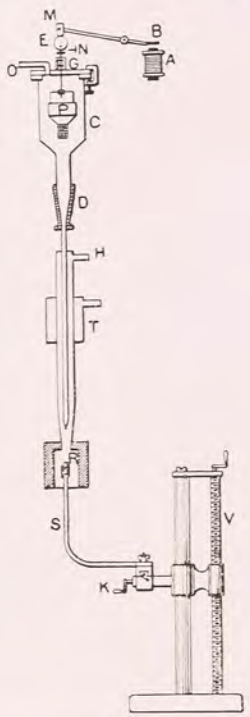

Abb. 2
Schematische Darstellung des Verneuilschen Schmelzapparates.

gedeckt war; sie stammten aus der Schweiz; man vermutete, daß sie durch Zusammenschmelzen kleiner Rubine erhalten wurden. Unter dem Namen »Genfer Rubine« oder »Rubis de Genêve« waren sie im Handel bekannt, ihr Preis betrug etwa 100 Franken für das Karat.

Zwischen 1890 und 1900 tauchten wiederum solche Rubine auf, die ein etwas geringeres Feuer besaßen als die indischen Steine, und deren Herkunft genau bekannt wurde. Ein Chemiker namens Michaud erzeugte sie durch Zusammenschmelzen kleiner Schleifabfälle von Rubin. Als dies bekannt wurde, trat nach und nach eine solche Überproduktion an Rubinen auf, daß der Preis für ein Karat von etwa 100 bis 150 Franken im Jahre 1893 auf 0·3 Franken im Jahre 1904 herabsank. Da um diese Zeit bereits Prof.

A. Verneuil, der Mitarbeiter Frémys, sein Verfahren zur industriellen Erzeugung von künstlichen Korunden völlig ausgebaut und veröffentlicht hatte (Annal. de chimie et de physique, 1904, *3*, 20, Compt. Rend., Pariser Akad. *135, 147, 151*) — nachdem er bereits 1891 der Pariser Akademie der Wissenschaften Mitteilung über das Verfahren in verschlossenen Briefen gemacht hatte — verschwanden diese Rubine völlig aus dem Handel. Dagegen hat sich ihr Name »rekonstruierte Rubine« oder »rekonstituierte Rubine«, »rubis reconstitués«, bis auf den heutigen Tag erhalten und wird zu Unrecht auf die synthetischen — künstlichen — Rubine übertragen. Großer Reichtum an Gasblasen zeichnete diese Steine aus.

Zur industriellen Darstellung von Korunden führte das von Prof. Verneuil

Abb. 3.
Schmelztropfen von Korund; auf dem tönernen Stifte dem Apparate entnommen.

Abb. 4 (links) und 5 (rechts).
Künstlicher Spinell (4) mit Kristallflächen u. künstlicher weißer Saphir (5) mit Kantenwachstum in Sicht von oben (Bitterfelder Werke, Deutsche Edelsteingesellschaft).

durch systematische Versuche gefundene Verfahren (hiezu Abb. 2). Dieses besteht im Prinzip darin, daß auf ein Stäbchen aus gebrannter Tonerde *R* ein Knallgasgebläse mit feiner Öffnung gerichtet und durch den Strom des Gebläses selbst ein feines Pulver von der Zusammensetzung der gewünschten Varietät in die Flamme geblasen wird; das geschmolzene Pulver schlägt sich auf dem Stäbchen *R* nieder und erstarrt kristallin. Das Ausgangsmaterial wird bei diesem Verfahren in eine mit einem feinen Sieb als Boden versehene und in das Gebläse eingebaute Büchse *P* gebracht, die durch einen elektrischen Hammer *M* in regelmäßigen Intervallen erschüttert wird. Die dabei herausfallenden geringen Quantitäten des Pulvers werden in dem senkrecht gestellten Gebläse von oben nach unten getrieben und gelangen nach Pas-

sierung der aus der feinen Öffnung hervorstechenden Flamme auf einen tönernen Stift *R*. Zunächst lagert sich meist das Material in unregelmäßig geformten, gesinterten Massen an, später erstarrt jedoch ein solches Tröpfchen derart kristallisiert, daß die weiter durch das Gebläse zugeführte Substanz sich in derselben kristallographischen Orientierung anlagert und so durch Stoffzufuhr von oben her sich auf der tönernen Unterlage ein Schmelztropfen bildet, der ein einheitlich orientiertes Individuum darstellt. Der Tropfen ist an seinem unteren Ende ganz dünn und wird nach oben zu immer breiter (Abb. 3). Manchmal ver-

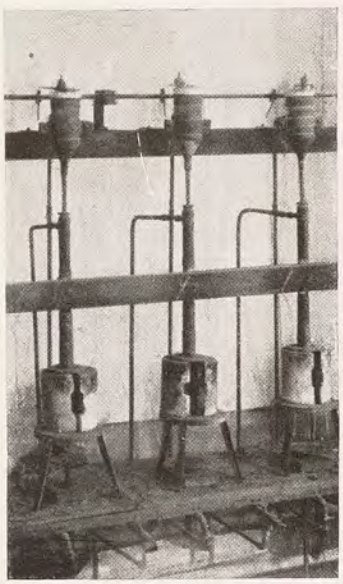

Abb. 6.
Serie von Apparaten.

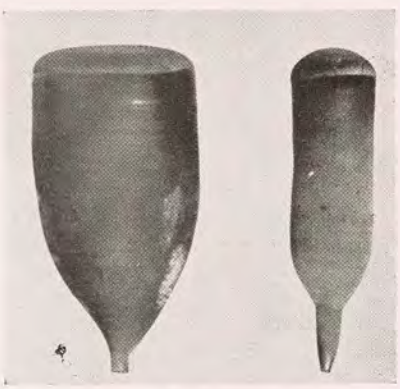

Abb. 7.
Schmelztropfen von Korund in natürlicher Größe aus den Werken in Bitterfeld (Deutsche Edelsteingesellschaft).

rät sich durch auftretende Kristallflächen oder durch Kantenwachstum die Tatsache, daß diese birnenförmigen Tropfen einheitliche Kristalle darstellen, meist ist jedoch nur eine solche Kristallfläche in beliebiger Lage an dem Tropfen vorhanden (Abb. 4 u. 5). Wichtig ist bei diesem Verfahren, daß die Berührungsfläche der geschmolzenen Masse mit der Unterlage möglichst klein sein muß, damit nicht Risse im Schmelztropfen auftreten, daß keine Überhitzung stattfinden darf und daß das Schmelzgut ganz allmählich in feinster Form zugeführt werden muß. Der tönerne Stift, auf dem der Tropfen aufwächst, ist demnach oben möglichst gut zugespitzt und so verstellbar, daß er stets in der richtigen Höhe und genau senkrecht unter dem Gebläse steht. Ein Arbeiter kann eine ganze Reihe nach diesem Verfahren von Verneuil gebauter Apparate bedienen (Abb. 6). Die Form der Tropfen kann beliebig geändert werden (Abb. 7). Als Ausgangsprodukt verwendet man aus Ammoniumtonerdealaun ausgefälltes und geglühtes Aluminiumoxyd, dem die ent-

sprechende Menge des Färbemittels zugeführt wird. Man setzt, um die Rotfärbung des Schmelztropfens zu erzielen, je nach dem erwünschten Ton bis zu 2% Chromoxyd zu und kann, um eine innigere Vermischung mit dem Aluminiumoxyd zu erzielen, der Lösung von Ammoniumalaun eine entsprechende Menge von Chromalaun beimengen, so daß durch die Fällung und das Glühen das Chromoxyd gleichzeitig erhalten wird. Wichtig ist es, jede Spur von Eisen fernzuhalten, da sonst das Produkt eine unangenehm bräunlichrote Färbung erhält.

Bedeutend schwieriger gelang, selbst als man schon Rubine in großer Vollkommenheit darstellen konnte, die Darstellung der blauen Abart des Korundes, des

Saphirs.

Man hat zwar schon frühzeitig bei den Versuchen zur Darstellung des Rubins ab und zu blaugefärbte Kriställchen erhalten, doch war es nicht möglich, diese Färbung willkürlich herzustellen. Man nahm an, daß das Chromoxyd in einer anderen Oxydationsstufe die Blaufärbung verursachen könne, eine Ansicht, die auch in der jüngeren Zeit durch Versuche von Woehler und Kraatz-Koschlau sowie Bordas gestützt wird. Ebenso war es einige Male gelungen, durch Zusatz von Kobaltsalzen Blaufärbung zu erzielen. Beide Möglichkeiten wendete man an, als es sich darum handelte, nach derselben Methode Saphire herzustellen, nach welcher man künstliche Rubine erhalten kann.

Namentlich versuchte man, Kobaltsalze als Färbemittel zuzusetzen, doch gelang es nicht, die erwünschte Blaufärbung zu erreichen; es mischte sich das Färbemittel nicht mit der Tonerde, und ebensowenig erzielte man bei der Verwendung von Chromsalzen Erfolge. Erst als L. Paris und A. Verneuil dem Gemenge noch Magnesiumsulfat beimengten, erhielten sie ein blaugefärbtes Produkt. Doch ergab die Untersuchung desselben, daß nicht ein Korund vorlag, sondern daß das Produkt die Zusammensetzung des Minerals Spinell hatte. Im Handel ist dieses Produkt als künstlicher blauer Spinell erschienen, es hat auch den Namen »Hope Saphir« erhalten. L. Paris konnte auch durch Zusatz von Kalksalzen und bei Verwendung von Kobaltsalzen als Färbemittel ein blaues Gemenge erhalten, das sich gleichfalls als Spinell, diesmal als Kalkspinell erwies. A. Verneuil hatte bereits die Färbung des blauen Magnesiaspinells durch Zusatz von Titansäure neben den Kobaltsalzen verbessern können, und es gelang ihm 1910 (Compt. Rend., Paris 1910, *150,* 185) die Blaufärbung der künstlichen Korunde durch Zusatz von $1\frac{1}{2}$% Eisenoxyduloxyd und $\frac{1}{2}$% Titansäure zu erreichen. Bei einem Teile der natürlichen blauen Saphire kann man wohl das gleiche Färbemittel annehmen.

Neuerungen im Verfahren.

Das alte Verneuilsche Verfahren, von Geheimrat Miethe in Deutschland eingeführt, wurde in der letzten Zeit durch verschiedene Patente etwas geändert, ist aber im Wesen heute das gleiche geblieben. So haben die Werke »Griesheim-Elektron« (Farbenindustrie I. G.) mit Dr. Dreibrodt ein Patent erworben, nach welchem der Tropfen während der Erzeugung um seine Längsachse gedreht wird. Professor Ruff in Breslau hat sich ein Verfahren patentieren lassen, nach welchem der Tropfen bei schwach wechselnder Längsachse rotiert und bei Kleinerstellung der Flamme des Gebläses unter gleichzeitiger Drehung langsam abgekühlt wird, während man sonst die rasche Abkühlung des Schmelztropfens empfiehlt, um das lästige Zerspringen der Tropfen möglichst einzuschränken. Durch diese Abänderungen des Verfahrens soll erreicht werden, daß die Durchmischung des Materiales auf der Oberfläche des Tropfens eine innigere wird, also die »Anwachsstreifen« (vgl. S. 38) im günstigen Sinne beeinflußt werden (sie sollen mehr geradlinig verlaufen, wenn sie auftreten), weiter soll die optische Orientierung der Tropfen verändert werden. Die optische Achse soll entweder der Längsrichtung des Tropfens parallel gehen oder dazu senkrecht verlaufen. Inwieweit diese Abänderungen tatsächlich die Qualität der Produkte verbessern, müssen Prüfungen des so erzeugten Materials lehren. Bei den jetzt im Handel umlaufenden künstlichen Steinen ist von einer generellen Verbesserung noch nichts zu bemerken, wenn auch natürlich die Qualität mancher Steine im Wachsen begriffen ist. Es ist sowohl die Menge der enthaltenen Gasbläschen stark zurückgegangen wie auch die Intensität der Farbenunterschiede der Anwachsstreifen gesunken, völlig verschwunden sind aber beide Merkmale nicht.

Weitere Farbvarietäten der künstlichen Korunde.

Neben roten und blauen Korunden (Rubinen und Saphiren) werden in großer Vollkommenheit alle Abstufungen von gelben, violetten und in letzter Zeit auch von grünen Korunden hergestellt, so daß man jetzt sagen kann, daß künstliche Korunde in nahezu allen denkbaren Farbtönen im Handel vorkommen. Man bezeichnet alle diese Varietäten meist als Saphire mit einem Zusatz, der die Farbe genauer angibt, also z. B. als gelbe Saphire, violette Saphire, rosa Saphire, grüne Saphire usw. Es sind auch Farbvarietäten herzustellen, welche in der Natur nicht auftreten, wie z. B. manche grüne Steine oder orangegelbe Steine, welch letztere den Phantasienamen Padparadschah erhalten haben.

Von besonderem Interesse sind auch die farblosen Saphire, welche bei ihrem ersten Auftreten im Handel vielfach zu Täuschungen verwendet

wurden, indem man sie mit geschickt gearbeitetem Brillantschliff versah und als Brillanten ausgab. Abgesehen von der weitaus geringeren Härte ist es auch der schwächere Glanz und das fehlende Farbenzerstreuungsvermögen, das diese farblosen Saphire von den Diamanten trennt.

In der letzten Zeit haben die grünen Saphire großes Interesse gefunden, doch gelingt es nicht, die schöne Smaragdfarbe zu erzielen, welche diese Steine dann als Ersatz für den Smaragd geeignet erscheinen ließe. Es ist vielmehr immer neben dem grünen ein gelblicher Farbton vorhanden, der zur Folge hat, daß sich bei künstlichem Licht eine unangenehme Veränderung zu gelblich-bräunlich grünen Tönen bemerkbar macht.

Während diese grünen Korunde erst in den letzten Jahren in den Handel gekommen sind, wurde schon um das Jahr 1908 ein grüner Saphir erzeugt, der sich durch einen Farbenwechsel bei künstlichem Lichte auszeichnete. Der im Tageslicht graugrüne Stein erscheint bei künstlichem Lichte, das reicher an roten Strahlen ist, weinrot. Es ist das darauf zurückzuführen, daß der gelbe Anteil des Spektrums durch diese Steine stark geschwächt wird, eine Eigenschaft, die das Material mit dem in der Natur vorkommenden grünen Chrysoberyll, dem Alexandrit, gemeinsam hat. Auch dieser Stein zeigt den charakteristischen Farbenwechsel von russischgrün zu himbeerrot, weshalb man den künstlichen Korund als synthetischen orientalischen Alexandrit bezeichnete. Diese Benennung widerspricht unseren Kenntnissen und ist zu ersetzen durch den richtigen Namen des Steines »alexandritartiger, künstlicher Saphir«. Eine Verwechslung mit Alexandrit ist vollständig ausgeschlossen, weil die Farbtöne der künstlichen Steine ganz andere sind als die bei einem natürlichen Alexandrit zu beobachtenden Farben. Das Graugrün im Tageslicht und das Weinrot im künstlichen Licht tritt niemals rein auf, sondern es ist stets ein Anteil von rotem Licht auch bei Tageslicht und ein Anteil von grünem Licht auch bei künstlichem Lichte zu beobachten; diese Nebentöne treten hauptsächlich an den Kanten im reflektierten Lichte auf. Eine absolut sichere Unterscheidung ist, falls diese Erscheinungen nicht genügen sollten, durch den verschiedenen Pleochroismus zu erhalten (vgl. S. 32).

SPINELL.

Schon bei der Herstellung des blauen Saphirs war mehrfach ein blaugefärbtes Produkt erhalten worden, das sich als Spinell herausstellte. Der Spinell kristallisiert im tesseralen System, es fehlt ihm deshalb der Pleochroismus und damit jene Lebhaftigkeit, die bei den Korunden durch den Pleochroismus bedingt ist. Man kann Spinelle in blauen und roten Farbtönen mit Leichtigkeit herstellen, doch spielen beide Varietäten im Handel keine Rolle, weil die Produkte tot erscheinen.

Dagegen sind in der letzten Zeit zwei Varietäten geschaffen worden, welche einiges Interesse verdienen. Zunächst kam vor einigen Jahren ein hellblauer Stein in den Handel, der als synthetischer Aquamarin bezeichnet wurde. Umfrage bei den erzeugenden Werken ergab, daß bei diesen die Überzeugung bestand, es liege Aquamarin vor, weil als Ausgangsmaterial eine dem Aquamarin entsprechende Mischung verwendet worden war. Allerdings war bekannt, daß das spezifische Gewicht nicht stimme, aber das interessiere die Kundschaft nicht, hieß es in der Auskunft, die Kundschaft wolle einen aquamarinfarbenen Stein von der Zusammensetzung des Aquamarins. Daß das Produkt natürlich kein Aquamarin ist, auch nicht dessen Zusammensetzung hat, wenn das spezifische Gewicht und die Lichtbrechung, direkte Steckbriefmerkmale, nicht stimmen, störte anscheinend diese Argumentation nicht. In den letzten Monaten sind nun solche meerblaue bis meergrüne Steine in allen Farbabstufungen im Handel erschienen. Es sind künstliche Spinelle, die also keinen Pleochroismus zeigen; spezifisches Gewicht und Brechungsquotienten sind die des Spinelles; in Kathodenstrahlen leuchten die Steine hellblau (durchsichtig), leuchten stark nach, während die bisher erzeugten blauen Spinelle, die allerdings eine dunkelblaue Farbe zeigen, in Kathodenstrahlen stark rot lumineszieren.

Neben diesen aquamarinfarbenen Spinellen ist ab und zu ein dunkelgrüner (russischgrüner), künstlicher Spinell zu sehen, der bei künstlichem Lichte ein schmutziges Braunrot annimmt und deshalb manchmal mit Erfolg als Alexandrit (und zwar als echter Alexandrit, weil vom alexandritartigen, künstlichen Korund im Aussehen ganz verschieden!) gehandelt wird. Diese Farbvarietät verdankt ihre Entstehung wohl dem Bestreben, den Alexandrit künstlich herzustellen, und es zeigt sich, daß bei beiden Versuchen, Aquamarin wie Alexandrit zu erzeugen, Spinell entsteht. Dieser dunkelgrüne Spinell leuchtet im Kathodenlichte grellrot, der Pleochroismus fehlt ihm selbstverständlich, dagegen zeigt er wie die aquamarinfarbenen Spinelle starke Spannungsdoppelbrechung; er gibt unter gekreuzten Nicols ein fleckiges, unregelmäßig auslöschendes Gesichtsfeld.

DIE WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG DER KÜNSTLICHEN KORUNDE.

Der Einfluß der künstlichen Korunde auf den Preis und Absatz der natürlichen Korunde ist vielfach überschätzt worden. Daß dem so ist und die Ereignisse den oft sehr pessimistischen Prophezeiungen nicht oder zum geringsten Teile recht gegeben haben, hat nicht zum letzten in dem Umstande seinen Grund, daß eine sichere Unterscheidung zwischen den natürlichen und künstlichen Korunden möglich ist. Die Preise und der Absatz der

natürlichen Edelkorunde haben durch die künstlichen Korunde keine Beeinträchtigung erfahren, namentlich sind größere und schöne Natursteine noch ebenso wertvoll und gesucht wie früher. Das ist nicht verwunderlich, weil jeder schöne natürliche Stein seine ganz speziellen und individuellen Eigenschaften besitzt, die dem massenhaft erzeugten Fabrikprodukt stets fehlen werden. Namentlich sind es der bei den natürlichen Steinen auftretende »Schmelz« und die »Seide« (zwei aus dem Edelsteinhandel stammende Bezeichnungen), die den Natursteinen ihren unnachahmlichen Reiz verleihen (vgl. S. 34).

Infolge der ziemlich großen Produktion an künstlichen Edelsteinen stehen dagegen die Preise für diese ziemlich niedrig. Das Rohmaterial von Rubinen kostete im Anfang dieses Jahres etwa 0·02 Dollar pro Karat mittlerer Qualität, das Karat geschliffener künstlicher Rubine kostete im Großhandel etwa 0·14 Dollar, je nach Qualität etwas mehr oder weniger, worunter jedoch nur die Qualität des Schliffes zu verstehen ist, da ja der Preis des Rohmateriales sehr wenig ins Gewicht fällt. Die anderen Varietäten sind etwas teurer. So kostete das Karat weißer geschliffener Saphire etwa 0·35 Dollar, das Karat blauer geschliffener Saphire etwa 0·40 Dollar und ebenso hoch oder etwas höher stellte sich der Preis für die gelben, grünen, purpurroten und grünroten Abarten der Kunstkorunde.

Denkt man an die enormen Preisunterschiede zwischen natürlichen und künstlichen Steinen, so wird es ohneweiters klar, daß die Bezeichnung der künstlichen Korunde in einer Weise erfolgen muß, die von vornherein jeden Zweifel darüber ausschließt, welcher Art der vorliegende Stein sei. So einwandfrei nun die Bezeichnung »synthetischer« Korund usw. in wissenschaftlicher Beziehung ist, so wenig empfiehlt sich diese Bezeichnung für den praktischen Verkehr; für diesen eignet sich vielmehr aus mehrfachen Gründen besser die Bezeichnung »künstliche Korunde« und es ist sehr zu begrüßen, daß im Jahre 1914 eine gütliche Einigung zwischen den Erzeugern künstlicher Edelsteine und den Vertretern des Handels zustande kam, wonach die offizielle Bezeichnung »künstliche (synthetische) Rubine« usw. lauten solle. Beide Bezeichnungen sollen nebeneinander gebraucht werden. Ebenso soll man die Bezeichnung »echt« strengstens nur auf die natürlichen Produkte anwenden und sollte nie von dem Kunstprodukte behaupten, daß es ein echter Edelstein sei, weil zum Begriffe echt es zweifellos gehört, daß ein Naturprodukt vorliege. Deswegen sollte auch, weil in dieser Beziehung vielfach nicht Klarheit herrscht, stets der Gegensatz »natürlich — künstlich« und nicht der Gegensatz »echt — unecht« in der Fragestellung angewendet werden.

In mehreren Artikeln wurde darauf hingewiesen, daß künstliche Korunde auch nach Indien, nach Ceylon und die anderen Produktionsländer von

Edelsteinen exportiert und dann von dort wieder als »natürliche« Steine importiert wurden. Bei dem gegenwärtigen Stand unserer Untersuchungsmethoden erscheint ein derartiges Beginnen aussichtslos, zudem wurde durch Einführung eines hohen Schutzzolles einem Mißbrauche vorgebeugt. Immerhin muß man auch auf derartige Möglichkeiten gefaßt sein und ihnen durch eine gewissenhafte Untersuchung begegnen.

B. WISSENSCHAFTLICH, ABER NICHT PRAKTISCH DARSTELLBARE EDELSTEINE.

In dieser Gruppe sind der Diamant und der Smaragd zu behandeln, deren künstliche Darstellung im wissenschaftlichen Sinne einwandfrei gelungen ist, wenn auch die erhaltenen Produkte viel zu klein sind, als daß sie für den Handel irgendeinen Wert hätten. Zudem sind die Kosten der künstlichen Darstellung beträchtlich höher als der Wert der erzielten Produkte.

DIAMANT.

Seit Lavoisier zeigte, daß der Diamant nichts anderes sei als reiner Kohlenstoff, begann man in systematischer Weise die Versuche zur künstlichen Darstellung des Diamanten. Es handelte sich also nur darum, den auf der Erde sehr häufig vorkommenden Kohlenstoff nicht in der gewöhnlichen Form des Graphits oder der Kohle, sondern in der des Diamanten zu erhalten. Der Unterschied liegt nur im inneren Aufbau, in der Anordnung der Atome. Man ist heute über den inneren Aufbau des Diamanten und des Graphits sowie der Kohle dank der Analyse des Kristallbaues durch Röntgenstrahlen genau unterrichtet.

Weniger gut als über den inneren Aufbau ist man über die Bedingungen informiert, unter denen sich Diamant oder Graphit und Kohle (bei denen man weitgehende Übereinstimmung im inneren Bau durch die Röntgenanalyse gefunden hat) in der Natur bilden. Man hat Diamanten in Eisenmeteoriten gefunden, auf der Erde kommt der Diamant, wo er noch auf seinem ursprünglichen Entstehungsorte gefunden wird, stets in ganz bestimmt zusammengesetzten Gesteinen vor. Dieses Gestein, der Kimberlit, besteht im wesentlichen aus Magnesia-Eisensilikaten und tritt in schlotförmigen Gesteinskörpern auf, die infolge starker Eruption durch die oberen Teile der Erdrinde getrieben wurden, also die Ausfüllung vulkanischer Durchschlagsröhren darstellen. Aus den aufbereiteten Kimberliten wird der Diamant gewonnen. Auf diesen beiden Vorkommensmöglichkeiten fußen im wesentlichen die bisherigen Versuche zur künstlichen Darstellung des Diamanten. H. Moissan (Compt. Rend., Paris 1894, *118*, 320; 1897, *123*, 206; Der

elektrische Ofen, Berlin 1897) schmolz in einem elektrischen Lichtbogenofen schwedisches Eisen, dem er Zuckerkohle beimengte, und kühlte die Schmelze rasch ab. Friedländer und später Haßlinger (Sitzungsber., Wiener Akad., 1902, *111*, 622; 1903, *112*, 509) ahmten die Verhältnisse nach, wie sie bei der Entstehung des Diamanten im Kimberlit geherrscht haben, nur konnten sie nicht den Druck herstellen, unter dem das schmelzflüssige Gestein gestanden hat, bevor es mit vehementer Gewalt die Röhren durch die überlagernden Gesteinsschichten schlug. Jedenfalls muß dieses Magma unter sehr großem Drucke gestanden sein, weil derart heftige Eruptionen nur bei außerordentlich starker Überspannung des Druckes zustande kommen. In beiden Fällen wird angegeben, daß Diamantkriställchen erhalten wurden, doch haben überprüfende Versuche von O. Ruff (Zeitsch. f. anorg. Chemie, 1917, *99*, 73) dargetan, daß nur die Versuche Moissans tatsächlich kleinste Diamanten ergaben. Sehr zahlreich sind dagegen die Versuche, die resultatlos verliefen. Nur jene von ihnen sollen hier erwähnt werden, die in der Öffentlichkeit großes Aufsehen erregten und das wie eine Seeschlange von Zeit zu Zeit auftauchende Gerücht von der gelungenen Darstellung großer Diamanten und der dadurch bedingten Entwertung der Natursteine nährten. Ein französischer Chemiker, F. Boismenu (Fabrication synthétique du diamant, Paris, Tignol, 1908), Direktor einer Kalziumkarbidfabrik in Savoyen, hat eine Methode angegeben, nach der sich bei der Elektrolyse geschmolzener Karbide bei Verwendung von Kohleelektroden am negativen Pol schleifbare Diamantkristalle in der zersetzten Masse finden sollen, doch handelt es sich hier nicht um Diamanten, wie O. Ruff (l. c.) gezeigt hat, sondern wahrscheinlich um Karbide, die in ihrer Härte und Lichtbrechung dem Diamant sehr nahe kommen können. Immerhin haben diese Versuche großes Aufsehen hervorgerufen, um so mehr, als wissenschaftliche Zeugen dafür angeführt wurden, daß wirklich Diamantkriställchen vorgelegen haben sollen. Nicht minder groß waren die Erwartungen, die man an die Versuche O. Lummers in Breslau über die Verflüssigung des Kohlenstoffes geknüpft hat, doch bildet sich bei der Erkaltung des verflüssigten Kohlenstoffes stets Graphit. Kürzlich, etwa im Oktober 1921, hieß es, daß die Dynamit-Aktiengesellschaft vorm. Alfred Nobel in Hamburg die Fabrikation künstlicher Diamanten aufgenommen habe nach Patenten, die auf den Namen Dr. Senftner lauten sollten. Diese Gerüchte gaben zu Börsenmanövern Anlaß, doch dementierte nach einiger Zeit die Firma diese Gerüchte, Dr. Senftner zog sein Angebot zurück und die Verwertung der Patente, die im wesentlichen auf das Moissansche Verfahren hinauslaufen sollen, unterblieb. Auch von Schwindlern wurde das Problem in Angriff genommen; so arbeitete ein findiger Unternehmer namens Lemoine mit Tiegeln, deren Wände mit einer leicht schmelzbaren

Masse ausgekleidet waren, in der sich Diamanten befanden. Es gelang ihm, durch die erzielten »Erfolge« von einer Gesellschaft Riesensummen zu erschwindeln.

Wovon hängt denn nun eigentlich die Bildung der Diamanten ab? Wir sind da nur zum Teile auf feste Grundlagen angewiesen; zum Teile müssen spekulative Erwägungen nachhelfen und die Ansichten widersprechen sich teilweise. Es handelt sich darum, festzustellen, bei welchen Temperaturen und Drucken der Kohlenstoff in Form des Diamanten stabil auftritt und bei welchen in der Form des Graphits. Nun hat man durch mehrfache Untersuchungen gefunden, daß bei gewöhnlichem Druck der Diamant bei allen Temperaturen gegenüber dem Graphit unbeständig ist. Der Diamant ist jene Form des Kohlenstoffes, die energiereicher ist, und das bedingt es, daß bei mäßigen Drucken eigentlich bei allen Temperaturen der Diamant die Neigung haben müßte, sich in Graphit umzuwandeln. Diese nicht rosige Aussicht für alle Diamantenbesitzer ist aber ganz ungefährlich, weil die Neigung zur Umwandlung zwar vorhanden, aber derart gering ist, daß eine Umwandlung bei normaler Temperatur nicht stattfindet; erst bei höheren Temperaturen tritt die Umwandlung ein. Alle Versuche, bei denen ein mäßiger Druck angewendet wird, sollten demnach Graphit ergeben, nie Diamant. Nur ist man sich über die Rolle des Druckes bei den zweifellos gelungenen Moissanschen Versuchen nicht ganz klar geworden; durch die plötzliche Abkühlung sollte ein hoher Druck in der erstarrenden Eisenmasse erzeugt werden, eine Tatsache, die neuerdings oft aus physikalischen Gründen bestritten wird. Demnach hätte der Druck keine wesentliche Rolle hiebei gespielt, sondern vielmehr die außerordentlich rasche Abkühlung der Schmelze. Diese Tatsache, daß bei außerordentlich rascher Abkühlung Diamant entsteht, hat zu folgender Erklärung geführt. Nach einem allgemein gültigen Naturgesetz, der Ostwald-Frankenheimschen Stufenregel, tritt in einem System von den möglichen Veränderungen zunächst jene Veränderung auf, bei der ein Minimum an Energie frei wird. Es wird sich aus einer kohlenstoffhältigen Schmelze, aus der sich Diamant oder Graphit bilden könnte, zunächst die energiereichere Form, der Diamant, bilden, weil hiebei weniger Energie frei wird. Dieser Diamant wird aber die Neigung haben, sich in die energieärmere Form des Kohlenstoffes, den Graphit, umzuwandeln, und zwar ist diese Neigung bei höherer Temperatur größer als bei niederer. Wenn man also außerordentlich rasch abkühlt, wird es gelingen, den Diamanten bis auf jene Temperatur zu bringen, bei der er praktisch beständig ist und sich nicht mehr in Graphit umwandelt.

Die Anwendbarkeit der Stufenregel wird von anderer Seite bestritten und darauf verwiesen, daß alle Angaben über das Auftreten von Diamanten

in künstlichen Metallschmelzen, Kimberlitschmelzen und Hochofenschlacken sehr starken Anzweiflungen ausgesetzt sind. E. Baur, K. Sichling und E. Schenker (Zeitschr. f. anorg. Chemie, 1915, *92*, 313) haben in dieser Richtung eingehende Spekulationen angestellt und sind zu dem Schlusse gekommen, daß die unterste Grenze für die Diamantbildung bei etwa 1600° liegen muß, dem Schmelzpunkte des Olivins im Kimberlit, wenn er zusammen mit den anderen Bestandteilen des Kimberlits geschmolzen wird. Diese Temperatur muß in einer Tiefe von 40 Kilometer erreicht sein, wenn man annimmt, daß die Wärme ständig im gleichen Ausmaß gegen das Erdinnere, zunimmt. In 40 Kilometer Tiefe herrscht ein Druck von etwa 11.000 Atmosphären, und diese Tiefe entspricht der Zone, wo die starre Erdrinde aufhört und jener teilweise schmelzflüssige Gürtel beginnt, der bis zu 1500 Kilometer Tiefe hinabreicht und dort auf dem starren metallischen Erdkerne aufgelagert ist, Erkenntnisse, die man aus den Eigenschaften der Aufzeichnungen der Erdbebeninstrumente durch ihre geistvolle Auslegung geschöpft hat. Nun haben die genannten Forscher auch Existenzgebiete für den Diamant berechnet (Temperaturen und zugehörige Drucke, unter denen Diamant beständig ist und sich unmittelbar aus einer Schmelze bildet). Nach diesen Berechnungen würden die diamantführenden Gesteine aus Erdteilen von 100 Kilometer stammen müssen, bei denen etwa 3000 Grad absolute Temperatur und ein Druck von etwa 28.000 Atmosphären herrscht. Eine Umwandlung des fertigen Diamanten beim Emporsteigen des Magmas kommt nicht in Frage, weil die Umwandlungsgeschwindigkeit sehr gering ist. Die im Rahmen dieser Untersuchung angestellten Versuche bei Drucken bis zu 8000 Atmosphären ergaben sämtlich ein negatives Resultat, und die experimentelle Zugänglichkeit des Diamanten wurde äußerst pessimistisch eingeschätzt.

Neuere Untersuchungen über den schaligen Aufbau der Erde haben die hier gegebenen Werte für die Grenzen zwischen den einzelnen Hüllen (Silikathülle, Sulfidschale, Metallischer Kern) verschoben (V. M. Goldschmidt).

Die bereits mehrfach erwähnten Versuche Prof. O. Ruffs (l. c.), die mit Unterstützung durch die badische Anilin- und Sodafabrik unternommen wurden, haben ergeben, daß nur den Versuchen H. Moissans und des Engländers Marsden, der aus kohlenstoffhältigen Silberschmelzen Diamantkriställchen erhielt, Glaubwürdigkeit zukommt — daß es nötig ist, den flüssigen, bzw. gelösten oder dampfförmigen Kohlenstoff durch außerordentlich rasche Abkühlung in feste Form überzuführen — und daß Versuche unter 1600° und unter 1000 Atmosphären Druck so gut wie aussichtslos sind. Wenn die Versuche und Spekulationen der verschiedenen Forscher

also auch voneinander abweichen, so zeigen sie doch das eine Gemeinsame, daß überall das ungemein Schwierige der Experimente betont wird und daß übereinstimmend das Gebiet der hohen Temperaturen und hohen Drucke als das aussichtsreichste bezeichnet wird. Diese großen Schwierigkeiten, die auch durch materielle Opfer nicht zu überwinden sind, wie gleichzeitig die Forderung nach raschester Abkühlung, lassen uns die Möglichkeit, größere, technisch verwertbare Diamantkristalle künstlich zu erzeugen, als in weiter Ferne liegend erscheinen. Übrigens würde man der Entwertung der Natursteine auch in diesem Falle wirksam zu begegnen wissen.

SMARAGD.

Im Jahre 1848 hatte Ebelmen, Direktor der berühmten Porzellanfabrik Sèvres bei Paris, durch Schmelzen von gepulvertem Smaragd mit Borax kleine Kriställchen erhalten, aber eine eigentliche Synthese war dieser Prozeß, der ganz analog der Herstellung der rekonstruierten Rubine ist, nicht.

In den achtziger Jahren unternahmen Hautefeuille und Perrey (Compt. Rend., Paris 1888, *106*, 1800; 1889, *107*, 786) erfolgreiche Versuche, und zwar erhielten sie durch längeres Erhitzen einer Mischung der Bestandteile des Smaragdes mit saurem molybdänsaurem Lithium auf Temperaturen bei etwa 800° kleine Kriställchen, die durch Zusatz von Chromoxyd schön tiefgrün gefärbt werden konnten; auch vanadinsaures Lithium kann als kristallisationsfördernder Zusatz verwendet werden.

Abb. 8.
Künstliche Smaragdkriställchen aus den Bitterfelder Werken, Deutsche Edelsteingesellschaft. (Vergrößerung 60.)

Neuerlich hat sich auch die Deutsche Edelsteingesellschaft mit der Synthese des Smaragdes beschäftigt. Die erhaltenen Kriställchen sind jedoch wie die von Hautefeuille dargestellten zu klein, um praktisch verwendet werden zu können. Dagegen sind gegenwärtig zahlreiche Verfälschungen des Smaragdes im Handel zu treffen, so ein homogenes dunkelgrünes Glas oder Dubletten aus Auquamarin, Quarz oder auch Glasteilen,

zwischen die ein färbendes Agens eingebracht wird. Alle diese Verfälschungen sind jedoch leicht als solche zu erkennen und ein Betrug damit ist bei einiger Kenntnis nicht möglich (vgl. S. 40 bis 43).

Einen künstlichen Smaragd gibt es also im Handel noch nicht, die Schwierigkeiten, die überwunden werden müßten, um dieses Ziel zu erreichen, sind auch gegenwärtig noch ziemlich groß.

Kriställchen von künstlichen Smaragden der Deutschen Edelsteingesellschaft zeigt die Abbildung 8. Sie sind durch eine Riefung parallel der Basis ausgezeichnet und verhalten sich bezüglich der Lumineszenzerscheinungen und Färbung ähnlich wie die natürlichen Smaragde.

C. EDELSTEINE, DEREN KÜNSTLICHE DARSTELLUNG FÄLSCHLICH BEHAUPTET WIRD.

In diese Gruppe gehört in erster Linie der Türkis; ein zuerst in Wien erzeugtes Produkt, der sogenannte »Wiener Türkis«, der öfters als synthetischer Türkis ausgegeben wird, ist ein unter Druck hergestelltes Aluminiumphosphat, das durch Kupfersalze blau gefärbt ist. Es ist aber ein amorphes Produkt und besteht nicht wie der natürliche Türkis aus kristallisierten Fasern. Im äußeren Aussehen ist es dem Türkis sehr ähnlich, nimmt auch gute Politur an und kann leicht zu Täuschungen Anlaß geben. Daneben gibt es im Handel blaugebeizte Chalcedone, die ebenfalls täuschend ähnlich sein können, sowie blaue Glaspasten, von denen das gleiche gilt. Zur Untersuchung bedient man sich entweder der Röntgenstrahlen (vgl. S. 51), oder man nimmt eine einfache chemische Prüfung vor (vgl. S. 52), wenn nicht äußere Merkmale, wie etwa Bläschen in den Glaspasten, den Ursprung verraten.

Sehr bekannt ist der sogenannte Zahntürkis, auch Odontolith oder okzidentalischer Türkis, Türkis vom neuen Stein genannt (im Gegensatz zum orientalischen Türkis oder Türkis vom alten Stein, dem echten Türkis). Es ist das fossiles Knochenmaterial, das durch eingedrungene Kupfersalzlösungen blau gefärbt wurde, im künstlichen Lichte aber einen schmutzigblauen Farbton zeigt. Es enthält Karbonate, ist meist schwerer als der echte Türkis und wird im Departement Gers in Südfrankreich in größerer Menge gewonnen, während der echte Türkis zumeist aus Persien oder aus Mexiko stammt.

Eine größere Anzahl Korundvarietäten wird manchmal im Handel unter irreführenden Namen angeboten, von denen einige hier erwähnt seien:

synthet. Aquamarin	=	synthet. (künstl.) Spinell
	oder	synthet. (künstl.) hellblauer Saphir
synthet. Alexandrit	=	synthet. (künstl.) Spinell oder Korund
synthet. Goldtopas	=	synthet. (künstl.) Korund (gelbbräunlich)
synthet. Hyazinth	=	synthet. (künstl.) Korund (braunrot)
synthet. Kunzit	=	synthet. (künstl.) Korund (rosa bis lila)
synthet. Rosatopas	=	synthet. (künstl.) Korund (rosa)
synthet. Turmalin	=	synthel. (künstl.) Korund (grün oder rosarot)

2. VERFÄLSCHUNGEN UND VERÄNDERUNGEN VON EDELSTEINEN.

In diesem Abschnitte soll ein Überblick gegeben werden, in welcher mannigfaltigen Weise Edelsteine in ihrem Aussehen verändert werden können, welche Produkte an ihrer Stelle angeboten werden und welche Irrtümer und Täuschungen im Handel mit Edelsteinen selbst unterlaufen können. Ein Teil dieser Manipulation gilt im Handel als erlaubt, ein großer Teil ist offenkundige Täuschung. Wir beginnen mit der ältesten Verfälschung von Edelsteinen, den Gläsern.

A. GLÄSER UND GLASPASTEN.

Zu allen Zeiten hat die Verfälschung der Edelsteine durch Gläser geblüht, da diese Art relativ einfacher technischer Natur ist. Im alten Ägypten, im Römischen Reiche waren diese Imitationen bekannt, während des Mittelalters wurde reichlich Gebrauch von ihnen gemacht, und zahlreich sind die Rezepte, die man z. B. schon im Plinius findet. In neuerer Zeit hat man es gelernt, den Gläsern etwas größere Härte zu geben und sie sowohl hinsichtlich der Einschlüsse wie auch der chemischen Zusammensetzung (sogenannte »analysenfeste Gläser«), den echten Edelsteinen etwas mehr anzupassen.

Was man bei Gläsern verhältnismäßig leicht erreicht, ist die entsprechend hohe Lichtbrechung (z. B. durch Zusatz von Blei). Auch das Farbenzerstreuungsvermögen ist durch Zusatz von Thallium so zu steigern, daß es z. B. das des Diamanten erreicht. Dagegen kann man einem Glase nie die besondere Härte der Edelsteine, die chemische Wiederstandsfähigkeit und die Eigenschaften »doppelbrechender Minerale« geben, was ihre leichte und sichere Erkennung ermöglicht. Ebenso hat man es gelernt, z. B. täuschend ähnliche Fahnen und Wolken in dem Glase zu erzeugen, die einer näheren Untersuchung aber auch nicht standhalten (vgl. S. 40).

Auch die Farbstoffe, mit denen Gläser versetzt sind, scheinen vielfach andere zu sein als bei den echten Steinen, so daß sich die Gläser bei der spektroskopischen Prüfung erkennen lassen (vgl. S. 44).

B. DUBLETTEN (MIXTEN).

Eine gleichfalls sehr alte Verfälschung, z. B. schon den Römern bekannt, sind die Dubletten oder Mixten. Um das Gewicht eines Steines zu erhöhen, das mit einem weit stärkeren Ansteigen des Preises verbunden ist, fügt man bisweilen zwei Teile echten Materiales, etwa Diamanten oder Smaragde zusammen, und zwar so, daß Ober- und Unterteil des Steines, die an der sogenannten Rondiste zusammenstoßen, gut aufeinander gepaßt werden. Das sind dann »echte Dubletten«, im Gegensatz zu den »halbechten Dubletten«, bei denen nur der Oberteil aus echtem Material besteht. Man verbindet aber die Herstellung echter wie halbechter Dubletten häufig auch mit einer Verbesserung der Farbe. So verwendet man blasse Smaragde oder Aquamarine und kittet ein grünes Blättchen zwischen die Teile ein, oder nimmt zu einem blassen echten Oberteil ein satt gefärbtes Unterteil aus Glas. Bei den Dubletten, deren Oberteil aus rotem Granat besteht, übertönt die Farbe des Unterteiles, Blau oder Grün, die Eigenfarbe der Granaten völlig, es entsteht z. B. eine sehr gute blaue Mischfarbe, die an die feinen Kaschmirsaphire erinnern kann. Man kann schließlich auch Höhlungen in die Teile der Dublette arbeiten und diese mit gefärbten Flüssigkeiten füllen. Zum Teile werden die Dubletten gekittet, zum Teile ein echter Oberteil von Granat in weiches, heißes Glas eingedrückt, also fest verbunden. Diese aufgeschmolzenen Dubletten widerstehen dem Versuche, durch Einlegen in heißes Wasser oder in Alkohol die Teile der Dubletten zu trennen. So gut aber auch Dubletten gemacht sein können, stets wird man bei genauer mikroskopischer Prüfung Unreinheiten auf der Trennungsfläche der Teile sowie den oft verschiedenen Charakter von Oberteil und Unterteil feststellen können. Die wechselnde Färbung von Ober- und Unterteil zeigt sich schon beim Einlegen ins Wasser, wenn man keine höher lichtbrechenden Flüssigkeiten zur Verfügung hat (etwa Benzol, Monobromnaphtalin). Ab und zu kann allerdings auch ein Naturstein wechselnde Färbung zeigen, die unter Umständen ganz der einer Dublette mit farblosem Oberteil und gefärbtem Unterteile entsprechen kann, doch gibt dann die Untersuchung der Rondiste den Ausschlag, an der man die Grenze der beiden Teile meist sofort verfolgen kann. Wenn Dubletten gefaßt sind, kann die Untersuchung recht schwierig werden, falls sich der Stein nicht mikroskopisch prüfen läßt. Dann muß man rücksichtslos auf dem Herausnehmen aus der Fassung bestehen.

Dubletten waren bereits den Römern bekannt, für die halbechten Dubletten verwendet man häufig die Bezeichnung »Mixte«. (Bilder von Dubletten in Flüssigkeit sowie unter dem Mikroskop sind auf Seite 45 gegeben.) Die sogenannten Tecla-Smaragde sind nichts anderes als solche Dubletten, die aus einem farblosen Ober- und Unterteile aus Aquamarin bestehen, zwischen die ein färbendes grünes Blättchen eingekittet ist.

C. VERÄNDERUNGEN DER FARBE VON EDELSTEINEN.

In dieses Kapitel gehören sehr mannigfache Erscheinungen. Es kann eine Verfärbung von Steinen durch Veränderung der Temperatur, durch Bestrahlung mit verschiedenen Strahlenarten, durch Aufnahme von Farbstoffen oder Abgabe von Substanzen, schließlich durch Aufnahme von Farbstoffen entlang von Sprüngen im Steine stattfinden, und es soll im folgenden an der Hand einiger konkreter Beispiele ein kurzer Überblick über diese Möglichkeiten gegeben werden.

VERFÄRBUNG VON EDELSTEINEN DURCH TEMPERATUR-VERÄNDERUNG.

Seit langem ist bekannt, daß hellbrauner Zirkon durch vorsichtiges Erhitzen auf Temperaturen über etwa 300° seine bräunliche Färbung verliert, nahezu farblos wird, einen starken Glanz bekommt und derart, wenn er mit einem guten Brillantschliff versehen ist, als Ersatz für Diamanten verwendet werden kann. Man bezeichnet solche Zirkone auch im Handel gelegentlich als Maturadiamanten, und dieser Name ist gewiß geeignet, zur Täuschung beizutragen, daß die vorliegenden Steine Brillanten wären. Die hohe Lichtbrechung des Zirkons und der dadurch bedingte hohe Glanz sind geeignet, einen Zweifel in dieser Richtung hervorzurufen. Das Zerstreuungsvermögen dieser Steine bleibt aber doch hinter dem der Diamanten zurück, so daß die weißen Zirkone nicht ganz das lebhafte Farbenspiel des Diamanten aufweisen.

Braune Topase können, wenn sie vorsichtig unter Luftabschluß erhitzt werden, eine zarte rosa Farbe annehmen. Man macht von dieser Möglichkeit im Handel sehr oft Gebrauch. Es ist auch sicher, daß die in der Natur vorkommenden rosa Topase ihre Färbung Temperaturerhöhungen verdanken, so daß in diesem Prozeß wohl keine Verfälschung des Steines erblickt werden kann. Sowohl die in der Natur vorkommenden rosa Topase wie die durch Erhitzen verfärbten Steine sind gegen ultraviolettes Licht empfindlich, die rosa Färbung geht unter der Einwirkung dieser Strahlen zurück.

Blauer Zirkon von Siam wird durch Erhitzen farblos und sodann gelbbraun; erwärmt man diesen gelbbraun gewordenen Stein unter Luftabschluß in einer reduzierenden Umgebung, so stellt sich der blaue Farbton wiederum ein. In der Praxis wird man von dieser Verfärbung unter den heutigen Verhältnissen keinen Gebrauch machen.

In der letzten Zeit ist ein französisches Patent darauf erworben worden, gelbgrüne Berylle (auch rötlich oder gelblich gefärbte) durch Erhitzen blau zu verfärben, eine Tatsache, die bereits durch G. O. Wild und R. E. Liesegang (Zentralblatt für Mineralogie, 1923, 740) bekannt gemacht worden war.

Blaue Saphire können durch Erhitzung nahezu farblos werden, nahezu farblose Quarze können zu goldbraun gefärbten sogenannten spanischen Goldtopasen verfärbt werden und ebenso erhält man aus gewissen Amethysten brasilianischer Herkunft durch das »Brennen« goldbraune, sogenannte Goldtopase. Die Vorgänge, die zu diesen Verfärbungen führen, sind noch nicht bekannt. Dagegen gibt es auch Verfärbungen, bei denen einfache Umsetzungen chemischer Natur im Steine durch das Brennen ausgelöst werden und die wir weiter unten kennenlernen werden. Ein einfaches Beispiel hiefür ist das Brennen jener Achate, welche Eisenhydroxyde in ihren Poren führen; durch das Brennen werden die Hydroxyde in Oxyde verwandelt und der Achat erhält eine angenehm rotbraune Färbung.

VERFÄRBUNG VON EDELSTEINEN DURCH STRAHLEN.

Über derartige Verfärbungen sind sehr viele Beobachtungen gemacht worden, die zum Teile auch in entstellter Form ihren Weg in die Tagespresse gefunden haben. Man hat des öfteren gelesen, daß ganz unscheinbare Steine durch eine einfache Bestrahlung guten Glanz, gute Farbe erhalten hätten, so daß sie durch die Bestrahlung wesentlich an Wert gewonnen hätten.

Als Erreger solcher Verfärbungen kommen die Radiumstrahlen, die Röntgenstrahlen, die Kathodenstrahlen und schließlich die ultravioletten Strahlen in Frage. Wir begnügen uns hier, die Radiumstrahlung etwas ausführlicher zu behandeln und werden hiebei Gelegenheit nehmen, auch einige Verfärbungserscheinungen unter dem Einflusse anderer Strahlen zu erwähnen.

Radiumstrahlung.

Ausgedehnte Versuche über das Verhalten von Edelsteinen gegenüber Radiumstrahlen hat C. Doelter gemacht (vgl. dessen zahlreiche Arbeiten in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften und dessen Buch: Die Farben der Mineralien, Braunschweig 1915). Er hat nicht nur die Wirkung der Radiumstrahlen allein experimentell festgestellt, son-

dern sich auch mit dem Verhalten der durch Radiumstrahlung verfärbten Steine gegenüber anderen physikalischen Einwirkungen beschäftigt. Die Ergebnisse seiner Versuche sind auszugsweise in der folgenden Tabelle vereinigt:

Name des Minerals	Ursprüngliche Farbe	Färbung durch Radium	Färbung durch ultraviolette Strahlen nach Radium
Diamant	gelb	Spur mehr gelb	Spur mehr gelb
Diamant	grün	mehr blau	—
Diamant	braun	violettbraun	mehr bräunlich violett
Diamant	grau	unverändert	etwas heller
Amethyst	violettblau	fast unverändert	unverändert
Citrin	zartgelb	schwarzbraun	—
Rosenquarz	zartrosa	braun	heller braun
Rauchquarz	schwach braun	schwarzbraun	kaum verändert, Spur heller
Bergkristall	farblos	zart bräunlich	—
Rubin	blutrot	rein rot	Spur mehr violett
Violettrubin	violett	mehr rot	mehr violett
Saphir I	blau	gelbbraun	hellblau
Saphir II	tiefdunkelblau	blau	unverändert
Saphir II	braunviolett	braun	bräunlich violett
Saphir II	blaugrün	mehr grün	mehr blau
Zirkon	gelbgraugrün	mehr grau	Spur heller
Hyazinth	braun	braun	zinnobergrau
Smaragd	sattgrün	mehr rein grün	unverändert
Aquamarin	blaugrünlich	heller, mehr rein blaugrün	unverändert
Turmalin	farblos	rosa bis orange	violett
Turmalin	grün	unverändert	unverändert
Turmalin	rosa	gelblich	violett
Topas	farblos	hellorange	—
Topas	weingelb	dunkelorange	lila
Pyrop	gelblichrot	heller rot	—
Hiddenit	gelblichgrün	heller	heller
Kunzit	blaßviolett	gelblichgrün	blaß violett

Teilweise widersprechende Ergebnisse hatten die Versuche von F. Bordas (Compt. Rend., Paris 1907, *145*). Nach F. Bordas verfärbt sich nicht nur der weiße Saphir zu Gelb und ebenso der blaue Saphir über Grün zu Gelb, sondern es soll auch roter Rubin durch Radiumstrahlung violett, dann blau, dann grün und gelb werden. Diese letzte Beobachtung steht ausdrücklich im Widerspruch zu den Ergebnissen Doelters und ist auch sonst nie wieder erhalten worden. Nach F. Bordas sollten alle Korunde das gleiche Färbemittel haben und ihre verschiedenen Farbtöne nur wechselnden physikalischen Einwirkungen zu verdanken haben.

A. Miethe (Ann. d. Phys., 1906, *19*, 633) hat eine größere Serie von Edelsteinen mit Radiumstrahlen behandelt und Beobachtungen gemacht, die durchaus mit denen von C. Doelter übereinstimmen. Diamant von Borneo zeigte nach 16tägiger Bestrahlung ein leuchtendes Zitronengelb, das auch durch Erhitzen auf 250° nicht vollkommen zurückging, dagegen zeigte farbloser Diamant aus Brasilien keine Veränderung. Blaue Saphire aus Ceylon verfärbten sich zu tiefem Goldgelb, ebenso farblose Steine von Ceylon, während dunkle Saphire aus Siam, Australien, Kaschmir, von der Iserwiese sowie aus Kolorado keine Farbenänderung aufwiesen. Ebenso wurde Rubin von Birma und Siam nicht verändert. Berylle zeigten im allgemeinen keine Veränderung, farbloser Topas wurde hellgelb, rosa Topas orangegelb, blauer Topas aus Brasilien veränderte sich nicht. Chrysoberylle und darunter Alexandrite zeigten keine Farbenveränderung. Sehr merkwürdig verhielten sich Turmaline, von denen dunkle Stellen keinerlei Farbenänderung zeigten während farblose Teile durch die Radiumbestrahlung jene Farbe annahmen, welche der gefärbte Teil des Kristalles aufwies. Der von einem rosaroten Kristall stammende farblose Anteil wurde rosenrot, der einem grünen Kristall angehörende farblose Teil färbte sich grün.

Einen guten Überblick über die bis zum Jahre 1916 gesammelten Beobachtungen geben Stefan Meyer und E. Schweidler in ihrem Lehrbuch über Radioaktivität (Leipzig 1916). Besonders bemerkenswert ist das Verhalten des Kunzites, das C. Doelter und später Stefan Meyer (Zeitschr. f. Kristallographie, 51, 310) näher studiert hat. Kunzit ist ein außerordentlich empfindliches Material für Radiumstrahlen, während die anderen Varietäten des Spodumens, der grüne Hiddenit und der gelbe Spodumen, sich passiv verhalten. Rosaroter Kunzit verfärbt sich unter der Einwirkung der Radiumstrahlen sehr rasch und wird lebhaft grün in derselben Intensität wie grüner Hiddenit. Unter der Einwirkung von ultravioletten Strahlen geht die grüne Färbung zurück und der Stein nimmt wieder seine ursprüngliche rosarote Farbe an. Den gleichen Effekt erreicht man durch Erwärmen des verfärbten Steines auf etwa 200 bis 250°. Außerdem zeigen sich lebhafte Lumineszenzerscheinungen sowohl bei der Bestrahlung wie bei der Erwärmung des durch die Strahlen verfärbten Materials (St. Meyer, l. c.).

Umfangreichere Versuche haben in der letzten Zeit S. C. Lind und D. C. Bardwell (Journ. of the Franklin Inst., September 1923, 575, und Oktober 1923, 521) angestellt und darunter auch eine größere Zahl von Saphiren geprüft. Hiebei zeigt es sich, daß nur die synthetischen weißen und rosa Saphire nach erfolgter Radiumbestrahlung bei der Erwärmung auf Temperaturen zwischen 150 und 350° Thermolumineszenz zeigten. Natürliche Steine wiesen dieses Verhalten nicht auf, doch schien den Autoren

die Zahl der untersuchten Steine zu gering, um hierin ein absolut sicheres Unterscheidungsmerkmal erblicken zu können. Farblose natürliche und künstliche Saphire verfärbten sich goldgelb bis kanariengelb, rosa Saphire reingelb, Rubin bleibt passiv. Diamanten, die mit zehnprozentigem Radiumsalz in ein Röhrchen eingesiegelt wurden, zeigten Grünfärbung. Beim Abschleifen der Oberfläche verschwindet die grüne Färbung und es bleibt unsicher, ob die Färbung nur in den äußersten Partien des Randes erscheint, oder ob der Erhitzungsprozeß beim Abschleifen die Färbung vernichtet.

Ähnlich empfänglich wie der rosarote Kunzit ist der in den letzten Jahren im Handel erschienene blaue Zirkon von Siam. Er verfärbt sich nach kurzer Zeit unter der Einwirkung von Radiumstrahlen von Blau über Farblos zu Rötlichbraun, verliert diese Farbe unter der Einwirkung von ultravioletten Strahlen oder beim Erwärmen und zeigt während aller dieser Prozesse lebhafte Lumineszenzerscheinungen (H. Michel und K. Przibram, Anzeiger der Akademie der Wissenschaften, Wien 1925, Nr. 7).

Es sei übrigens bemerkt, daß die Mitteilungen, die häufig über eine »Verbesserung« der Edelsteine durch Strahlen in die Öffentlichkeit gelangen, arg übertrieben sind und daß es nur ganz wenige Veränderungen gibt, die etwa auch praktisch verwendet werden könnten. Sollte sich einmal die Mode so ändern, daß etwa blaue Saphire unmodern und gelbe Saphire modern würden, könnten Ceylonsaphire durch Radiumstrahlen gelb gefärbt werden. Heute wird dies niemandem einfallen; übrigens geht diese Färbung unter der Einwirkung von ultravioletten Strahlen wieder zu Blau zurück. Rosa Topase könnte man gleichfalls gelb färben. Farblose Diamanten, auch bräunliche oder gelbliche, erhalten durch die Einwirkung der Alphastrahlen der Radiumstrahlung eine grüne Farbe, über deren Natur und Verteilung im Steine, wie bemerkt, noch Unklarheit besteht; vielleicht ist die Farbe nur randlich erreicht worden. Durch Erhitzen oder Abschleifen der Oberfläche wird die Färbung, die sich sonst scheinbar unverändert hält und mit Radioaktivität verbunden ist, wiederum entfernt. Die Verfärbung blauer Zirkone zu rotbraunen durch Radiumstrahlen hat kein praktisches Interesse; dagegen ist es möglich, daß etwa einmal rosarote Kunzite durch Radiumstrahlen zu »grünen Hiddeniten« verfärbt werden. Doch gelingt es leicht, diese grün verfärbten Kunzite von den Hiddeniten zu unterscheiden, da gewisse Lumineszenzerscheinungen dem Hiddenit fehlen und der grüne Farbton unter der Einwirkung der ultravioletten Strahlen oder durch Erwärmen rasch wieder verschwindet, wobei starke Lumineszenz auftritt. Beunruhigung wegen »Verbesserung von Edelsteinen« durch »Strahlen« wäre also nicht am Platze.

VERFÄRBUNG VON EDELSTEINEN DURCH CHEMISCHE VORGÄNGE ODER AUFNAHME VON STOFFEN (FARBSTOFFEN).

Es gibt Edelsteine, welche einen gewissen Prozentsatz Wasser enthalten und ihre Farbe oder sonstigen optischen Eigenschaften ändern, wenn sie etwa diesen Wassergehalt durch Austrocknen verlieren, was beim bloßen Liegen an der Luft eintreten kann. Bekannt ist der Hydrophan, ein Opal. welcher mit Wasser gesättigt ein lebhaftes Farbenspiel zeigt, dieses aber sofort verliert, wenn der Wassergehalt schwindet. Durch bloßes Einlegen in Wasser ist man imstande, das Farbenspiel wieder hervorzurufen und ebenso gelingt es, das Farbenspiel zu wecken, wenn der Stein etwa mit Wachs, Paraffin oder Kanada-Balsam und ähnlichen Stoffen getränkt wird. Alle diese Stoffe entweichen viel schwerer als Wasser und lassen das Farbenspiel dann schön erscheinen, wenn z. B. der mit Wachs getränkte Stein erwärmt wird und hiedurch das Wachs oder Paraffin flüssig gemacht wird. Man hat diesen Stein als Weltauge, »oculus mundi«, bezeichnet und es knüpft sich manche Sage an den Träger solcher Steine, dem wundertätige Kraft zugeschrieben wurde, weil er solche Steine zum Farbenspiel bewegen konnte. In der letzten Zeit hat man die minder schönen Opale aus den ungarischen Opalgruben mit verschiedenen Substanzen, wie Kanada-Balsam, Leinöl, Zeresin, Wachs, Paraffin zu behandeln gelernt und hat auf diese Weise Steine mit lebhaftem Farbenspiel erhalten (E. Beutel, Deutsche Goldschmiedezeitung, 1922, Nr. 13). Über die Haltbarkeit des Farbenspieles dieser Steine kann man natürlich vorläufig gar keine Aussage machen. Ganz analog ist das Verhalten des natürlichen Chrysoprases, der seine zarte apfelgrüne Farbe verändert, sobald er einen Teil seines Wassergehaltes abgibt. Ersetzt man das verlorengegangene Wasser oder legt man den Stein in eine wässerige Nickelsalzlösung, so erhält er seine ursprüngliche Farbe wieder.

Die soeben erwähnten ungarischen Opale hat man aber auch direkt mit Farbstoffen versetzt, und diese Gattung von Verfärbungen ist nicht mehr harmlos. Die etwa durch Anilinfarben verfärbten Opale ändern diese Färbung unter dem Einfluß des gewöhnlichen Tageslichtes. Ebenso verändert sich blauer Türkis, dessen Färbung man durch Anilinfarben oder durch Berlinerblau verbessert hat, sowohl beim Einlegen in Ammoniak wie auch unter der Einwirkung des Lichtes. Ein mit Nilblau *A* der Badischen Anilin- und Sodafabrik gefärbter blauer Türkis wird beim Einlegen in Ammoniak rot (I. Cohn, Deutsche Goldschmiedezeitung, 1925, Heft 1), mit Berlinerblau gefärbter Türkis erhält durch Einlegen in Ammoniak seine ursprüngliche blassere oder gelbgrüne Färbung wieder. Chalzedone lassen sich mit Anilinfarben z. B. blau färben, weil sie den Farbstoff in die feinsten

Poren zwischen den Fäserchen aufnehmen, aus denen Chalzedone oder Achate bestehen. Alle diese Farbstoffe kann man entweder mit heißem Wasser teilweise ausziehen oder durch Einwirkung des Lichtes während längerer Zeit verändern. Man muß daher alle in dieser zweiten Gruppe besprochenen Verfärbungen von Edelsteinen durch Zuführung von Farbstoffen ablehnen und als Verfälschungen betrachten.

Eine dritte Gruppe von hieher gehörigen Verfärbungen kommt durch Reaktionen zustande, welche sich im Stein abspielen, sobald man ihn nacheinander etwa mit verschiedenen Flüssigkeiten behandelt. Das beste Beispiel hiefür ist der schwarze Onyx, der in der Natur niemals schwarz vorkommt und diese Farbe erst durch eigene Behandlung erhält. Man legt gewisse Achate, sogenannte weiche Steine, in eine Honiglösung oder Zuckerlösung und läßt diese in die feinsten Poren des Materiales eindringen. Bisweilen nehmen nur gewisse Schichten die Zuckerlösung auf. Wenn das Material gut durchtränkt ist, wird es in verdünnte rohe Schwefelsäure gebracht und dort solange liegengelassen, bis die mit Honig- oder Zuckerlösung getränkten Schichten dunkelschwarz erscheinen. Das Material wird dann sorgfältig getrocknet und behält die dunkelschwarze Färbung unverändert bei. Derartige aus weißen und schwarzen Schichten bestehende Onyxe sind im Handel wegen ihrer Verwendbarkeit zu geschnittenen Gemmen begehrt. Man kann auch eine Braunfärbung des Materiales erreichen, indem man die Steine durch längere Zeit in Zuckerlösung kocht, wodurch sich in den Poren Karamelzucker bildet. Sättigt man Chalzedone zunächst mit gelbem Blutlaugensalz und legt sie dann in Eisensalzlösungen, so bildet sich durch Reaktion dieser beiden Lösungen in den feinsten Hohlräumen des Materiales Berlinerblau und man färbt auf diese Art und Weise z. B. den hellgelblichroten Nunkirchner Jaspis, der sodann als deutscher Lapislazuli in den Handel gebracht wird. Diese Färbung ist aber nicht stabil, das Material verschießt unter der Einwirkung des Lichtes und der Farbstoff kann zum Teil ausgekocht werden. Die rote Färbung der Achate kann man oft, wie schon erwähnt wurde, durch einfaches Brennen erreichen, wenn das Material Eisenhydroxyd enthält. Man kann sie auch künstlich durch Einlegen der Achate in Salpetersäure, in die man einige Eisennägel wirft, und durch nachfolgendes Brennen des Materiales erreichen. In gleicher Weise gelingt etwa die Grünfärbung von Chalzedon, indem man die Steine zunächst mit Chromsäure tränkt und sodann erhitzt. Auch das Tränken von Chalzedon mit Nickelsalzlösungen führt zu Grünfärbung. Gelbfärbung gelingt durch Einlegen der Steine in erwärmte Salzsäure, in der man sie etwa 14 Tage beläßt. In dieses Kapitel gehört schließlich noch der Vorgang, der häufig bei der Herstellung von sogenannten Baumsteinen geübt wird. Ab und zu finden sich in der Natur Chalzedone oder Achate, bei denen merkwürdige

Figuren, oft baumähnliche Gruppen, durch Diffusion von Lösungen in das Material zustande kommen. Man ahmt diese Zeichnungen häufig dadurch nach, daß man die Steine in Kochsalzlösung einlegt und sodann eine Höllensteinlösung mit zarten Pinseln in den gewünschten Gruppen und Figuren auf das Material aufträgt, eindringen läßt und den Stein darauf dem Sonnenlicht aussetzt. Man kann derart natürlich jede beliebige Zeichnung im Steine anbringen, und der Wert der Steine ist wesentlich davon abhängig, ob die Feststellung gelingt, daß diese Zeichnung auf natürliche oder auf die angegebene Weise zustande gekommen ist. Auch durch Abdecken der Oberfläche durch Wachs und nur teilweises Freilegen gelingt es bisweilen, die Dunklefärbung an den freigelegten Partien nach der oben angegebenen Methode der Onyxfärbung zu erzielen.

Erhitzt man Quarze und legt sie sodann in eine wässerige Farbstofflösung, so bilden sich Sprünge im Stein, in welche die Farbstofflösung eindringen kann. Diese mit feinen gefärbten Sprüngen durchzogenen Steine machen dann den Eindruck eines einheitlich gefärbten Materiales, wenn auch bei näherem Betrachten sofort der wahre Sachverhalt erkannt wird. Man bezeichnet derartig gefärbtes Material als »craqueliert« oder »Craquelé«. Es liegt auf der Hand, daß dies eine grobe Verfälschung des Materiales ist.

Dagegen wird man eine Reihe von Verfärbungen, bei denen stabile Färbungen erzielt werden, wie etwa bei der Schwarzfärbung oder Rotfärbung von Achaten, nicht als eine Verfälschung des Materiales betrachten können, da allgemein bekannt ist, daß alle schwarzen und weitaus die meisten roten Achate oder Chalzedone diesem Brenn- und Beizprozesse ihre stabile Färbung verdanken. In diesen Fällen liegt eine Verbesserung des Materiales vor, weil als Ausgangsmaterial unscheinbare graue oder gelbliche Achate und Chalzedone verwendet werden, die in diesem Zustande gar keinen Handelswert besitzen und einen solchen erst durch das Brennen und Beizen erhalten. Die unbeständigen Färbungen, etwa die Blaufärbung des Nunkirchner Jaspises kann man in diese Gruppe nicht einreihen, weil die Färbung nicht beständig ist und auch die Möglichkeit der Verwechslung dieses Materiales mit dem hochwertigen Lapislazuli möglich ist. Ebenso ist das Anbringen von Zeichnungen auf Baumsteinen zweifellos eine Irreführung des Käufers und eine Verfälschung des Materiales.

Im allgemeinen wird man von allen in diesem Kapitel angeführten Verfärbungen alles das als erlaubt gelten lassen können, was etwa in der Natur in gleicher Weise vor sich gehen könnte. Man wird gegen die Rotfärbung der Topase durch Erhitzen nichts einwenden können, wenn die natürlichen rosa Topase auf die gleiche Weise ihre Färbung erhalten haben, und ebenso gegen jene Verfärbungen durch Strahlenwirkung nichts vorbringen können, die in gleicher Weise in der Natur eintreten können.

Schließlich wird man die erwähnten Verbesserungen des Materiales als zulässig erklären müssen, dagegen alles als verboten ansehen müssen, was zu unbeständigen Färbungen führt und wodurch Farbstoffe in die Steine gelangen, die niemals in der Natur vorkommen können (z. B. Anilinfarben). Solche Verfälschungen des Materiales würden also bei den mit Anilinfarben gefärbten Steinen (Opale, Türkise, Chalzedone) oder bei den durch Berlinerblau verfärbten Türkisen oder Chalzedonen und schließlich bei allen craquelierten Steinen vorliegen.

UNTERLEGEN VON STEINEN.

Seit den ältesten Zeiten hat man verschiedene Künste bei der Fassung von Edelsteinen angewendet, um hiebei eine Verbesserung der Steine zu erzielen. Wenn die Steine in einer geschlossenen Fassung verarbeitet werden, kann man den Boden des Kastens, in welchem die Steine gefaßt sind, in verschiedener Weise mit Material belegen, um Fehler des Steines zu verdecken oder die Färbung zu vertiefen. So lassen sich dunkle Flecken dadurch verdecken, daß der Kasten dunkel gemacht wird und nur an den Stellen der Fehler weiße Ausnehmungen zeigt. Die Farbe läßt sich durch sogenannte Folien, das sind kleine Blättchen von Stanniol, die mit Spirituslacken verschiedener Farbe überzogen werden, in beliebiger Abstufung vertiefen. Man kann natürlich auf diese Weise auch ungleichmäßige Färbung ausgleichen. Bei irisierenden Steinen legt man auf den Grund des Kastens Seidenfäden verschiedener Farbe, Vogelfedern, schmale Streifen von verschieden gefärbten Folien und kann dadurch ein lebhafteres Farbenspiel bei Opalen, Mondsteinen u. dgl. hervorrufen.

Ist der Stein nicht in einem Kasten gefaßt, sondern offen verarbeitet, so kann man nicht mit Folien unterlegen und nur die Unterseite des Steines mit farbigen Lacken überziehen. Solche Lacke sind früher als Rubinsaft oder Saphirsaft käuflich gewesen, und man trug sie in einer ganz dünnen Haut auf der Unterseite der Steine auf. Bisweilen genügt auch das Einreiben des Steines, etwa eines gelblichen Diamanten mit einem bläulichen Puder, das sich an den rauhen Stellen der Rondiste festsetzt und infolge der komplizierten Reflexion des Lichtes die gelbliche Färbung in diesem Falle etwas auszugleichen vermag. Es ist klar, daß alle diese Manipulationen zum Vorschein kommen müssen, wenn der Stein etwa zum Umarbeiten gegeben wird oder wenn man das Schmuckstück mit heißem Wasser, mit Alkohol oder Säuren behandelt. Man entdeckt dann entweder die Folien oder es löst sich der Belaglack auf und der Stein wird beim Juwelier schlechter. Eine Reihe von Beschwerden richtet sich dann gegen den Juwelier. Es ist also unbedingt notwendig, daß derartige Künste, deren

sich schon Benvenuto Cellini in seiner Lebensbeschreibung rühmt, nur mit Wissen und Einwilligung des Käufers vorgenommen werden sollen.

Man kann auch Edelsteine, etwa Rosen (Diamanten), an der Unterseite trichterförmig aushöhlen und Folienblättchen einlegen, ebenso z. B. die untere Spitze eines Rubins etwas aushöhlen und ein poliertes Goldkorn einlegen.

Öfters kommt es auch vor, daß man einen größeren Stein mittelst eines kleineren unterlegt und derart den Effekt des Steines steigert, wie z. B. bei Rosen von Diamanten. Gegen diese Art des Unterlegens wird man natürlich nichts einwenden können. Anhangsweise sei nur erwähnt, daß man auch halbe Perlen unterlegen kann, einmal um etwa einen dunkleren Kern zu verdecken, dann aber auch um die in die Fassung eindringende Feuchtigkeit durch das zum Unterlegen verwendete weiße Puder aufzusaugen.

D. IRREFÜHRENDE BEZEICHNUNGEN VON EDELSTEINEN, UNTERSCHIEBUNG MINDERWERTIGER EDELSTEINE.

Seit alters her hat man für manche Edelsteine Namen verwendet, die sich nicht mit den mineralogischen Bezeichnungen decken. Man war früher geneigt, die Farbe eines Edelsteines für das wesentliche Merkmal zu halten und nannte alle roten Steine Rubine, alle blauen Steine Saphire, alle gelben und braunen Topase, alle grünen Smaragde. Erst verhältnismäßig spät erkannte man, daß fast alle Edelsteine alle Farben haben können, und ging nun daran, die früheren fehlerhaften Bezeichnungen durch die richtigen mineralogischen Namen zu ersetzen. Man hatte die diversen Rubine verschiedener Herkunft einfach durch Zusätze unterschieden, welche zum Teil genau ihre Herkunft bezeichneten, zum Teil, wie das Beiwort »orientalisch«, nur im allgemeinen ihre Herkunft angeben sollten. So nannte man einen blauen Topas aus Brasilien brasilianischen Saphir, einen grünen Turmalin aus Brasilien brasilianischen Smaragd, einen roten Turmalin aus Sibirien sibirischen Rubin, oder man verwendete andere Zusätze, wie etwa für einen roten Spinell den Namen Balasrubin oder für den schon erwähnten weißen Zirkon die Bezeichnung Maturadiamant, alles Bezeichnungen, durch welche es erleichtert wird, einen hochwertigen Edelstein durch einen minderwertigen zu ersetzen. Obwohl in der letzten Zeit nahezu alle derartigen Bezeichnungen verschwunden sind, ist im folgenden doch eine Liste solcher irreführender Namen gegeben, aus der hervorgeht, daß man stets die Handelsbezeichnung daraufhin zu überprüfen hat, ob nicht eine derartige veraltete Benennung vorliegt. Eine mineralogische Untersuchung zur Feststellung der

Zugehörigkeit zu einer bestimmten Mineralgattung erweist sich in vielen Fällen als absolut notwendig, weil manche Edelsteine, namentlich im geschliffenen Zustande, sich ungemein ähneln.

Das Beiwort »orientalisch« wurde 1669 von R. v. Berquen eingeführt und man bezeichnete damit im allgemeinen Steine, welche sich durch hohen Glanz vorteilhaft von den anderen gleichfarbigen Steinen abheben. In vielen Fällen handelt es sich hiebei um Korunde.

Handelsname	Richtige Bezeichnung	Handelsname	Richtige Bezeichnung
Adelaidrubin	blutroter Granat (Südafrika)	Marmaroscher Diamant	Quarz
		unreifer Diamant . . .	Zirkon
Aeroides	schwachblauer Beryll	orientalischer Hyazinth	hyazinthfarbiger Saphir
Alabandinrubin . . .	roter Spinell (violettstichig)	Hyazinth von Compostella	hyazinthfarbiger Quarz
Alaskadiamant . . .	Quarz	synthetischer Kunzit . .	künstlicher Korund
Alençondiamant . . .	Quarz	deutscher Lapis . . .	blaugefärbter Jaspis
blauer Alexandrit		Lithiumsmaragd .	Hiddenit
von Ceylon	Saphir	Maturadiamant . .	Zirkon
synthetischer Alexandrit	künstlicher Korund	Montanarubin . . .	Granat
orientalischer Amethyst .	violetter Spinell	Onyxmarmor	Kalksinter
orientalischer Amethyst .	violetter Saphir	ceylonischer Opal . . .	Mondstein
Amethystbasaltine .	rötlich-violetter Beryll	brasilianischer Peridot .	grüner Turmalin
		ceylonischer Peridot	grüner Turmalin
Anconarubin	Quarz	synthetischer Rosatopas	künstlicher rosa-roter Korund
orientalischer Aquamarin	grünlicher Saphir		
siamesischer Aquamarin	blauer Zirkon von Siam	kalifornischer Rubin . .	Granat
		böhmischer Rubin .	Rosenquarz
Arizonarubin	Arizonagranat	brasilianischer Rubin .	Rosatopas
Arkansasdiamant . .	Diamant von Arkansas, häufiger Quarz	sibirischer Rubin . . .	roter Turmalin
		unreifer Rubin	roter Zirkon
		brasilianischer Saphir .	blauer Turmalin
Balasrubin	blaßroter Spinell	brasilianischer Saphir .	blauer Topas
Capchrysolith	Prehnit	scientifique Saphir . .	blauer Glasfluß
Caprubin	Capgranat	brasilianischer Smaragd	grüner Turmalin
Capsmaragd	Prehnit	orientalischer Smaragd	grüner Saphir
brasilianischer Chrysolith	Chrysoberyll	uralischer Smaragd . .	Demantoid (grüner Granat)
ceylonischer Chrysolith .	gelbgrüner Turmalin	böhmischer Topas . .	Citrin
orientalischer Chrysolith	chrysolithfarbiger Saphir	indischer Topas . . .	gelber Saphir
		orientalischer Topas .	gelber Saphir
sächsischer Chrysolith .	Topas	spanischer Topas . . .	Citrin
sibirischer Chrysolith .	Demantoid (grüner Granat)	synthetischer Topas . .	künstlicher Korund
		synthet. rosa Turmalin	künstlicher Korund
böhmischer Diamant . .	Quarz	synthet. grüner Turmalin	künstlicher Korund

E. VERTAUSCHUNG VON FUNDORTEN.

Bisweilen kommt es darauf an, den Fundort eines Edelsteines festzustellen, weil dadurch sein Wert wesentlich bestimmt sein kann. Es ist allgemein bekannt, daß man für Birmarubine andere Preise zahlt als für Siamsteine, und es gibt Rubine, welche nach ihrem Farbtone schlechte Birmasteine oder gute Siamsteine sein könnten. Die Schönheit des Birmarubines beruht zum Teil auf seiner Lumineszenz in ultravioletten Strahlen, die ja auch im Sonnenlichte enthalten sind, und so gibt eine Untersuchung in ultravioletten Strahlen Auskunft über die Herkunft des Steines. Ähnliche Fragen tauchen manchmal bezüglich des Smaragdes und des Alexandrites auf, bei denen gleichfalls der Fundort von Wichtigkeit ist. Uralische Smaragde, kolumbische Smaragde und die in den letzten zehn Jahren in den Handel gelangten brasilianischen Smaragde müssen auseinandergehalten werden. Ebenso wird z. B. der Türkis, je nachdem es sich um persische oder mexikanische Steine handelt, verschieden bewertet.

II.

UNTERSUCHUNG VON EDELSTEINEN.

Man hat sich natürlich seit jeher bemüht, als Gegengewicht gegen diese möglichen Verfälschungen und Irreführungen Untersuchungsmethoden zu verwenden, die es gestatten, möglichst rasch und sicher jede Verfälschung zu erkennen. So gibt schon Plinius an, daß man »Gläser« leicht erkenne, wenn man sie in den Mund nehme, weil sie sich wärmer anfühlen als echte Edelsteine. Auch das Auftreten von Luftblasen in den Gläsern kennt schon Plinius. Auch heute noch bedient man sich des Wärmegefühles zur Erkennung von Gläsern, weil Glas als schlechter Wärmeleiter sich immer wärmer anfühlt als echte Edelsteine. Auch der Hauch, mit dem sich der Stein beschlägt, bleibt bei einem Glas länger erhalten als auf einem echten Stein.

Ein einfaches Mittel, um manches zu sehen, was sonst verborgen bleibt, ist das Einlegen des Steines in eine Flüssigkeit mit einer der Lichtbrechung des Steines möglichst nahekommenden Lichtbrechung. Dadurch verschwinden einmal jene breiten undurchsichtigen Ränder, die durch Totalreflexion zustande kommen, und es zeigt sich weiter die Verteilung der Farbe im Steine, die in vielen Fällen Anhaltspunkte dafür gibt, ob z. B. natürliche oder künstliche Steine vorliegen. Natürliche Saphire zeigen oft farblose Flecken oder sogenannte Zonarstruktur, das ist die Anordnung des Farbstoffes nach einzelnen Kristallflächen, und man erkennt dann im Steine die einzelnen verschieden stark gefärbten, aber stets geradlinig verlaufenden und sich oft unter regelmäßigen Winkeln schneidenden Streifen. Der künstliche Saphir zeigt gleichfalls eine ungleichmäßige Anordnung des Farbstoffes, aber diese folgt der mehr oder weniger stark gekrümmten Oberfläche des Schmelztropfens und erscheint deshalb nicht als eine geradlinige, sondern als gekrümmte Streifung. Bei Dubletten erkennt man die verschiedene Färbung von Oberteil und Unterteil, auch die bisweilen verschiedene Lichtbrechung dieser Teile läßt sich bei der Verwendung geeigneter Flüssigkeiten feststellen. Man darf aber nicht jeden Stein, dessen Unterteil etwa gefärbt ist, während der Oberteil ungefärbt erscheint, als Dublette ansprechen. Es ist dem Verfasser einmal ein blauer Saphir gebracht worden, der so geschliffen war, daß der Unterteil farblos erschien, während der

Oberteil dunkelblau gefärbt war, und doch handelte es sich um einen natürlichen Stein, bei dem nur die ungleiche Farbverteilung auf diese Weise zum Ausdruck kam. Alle Arten von Fehlern, wie Federn oder Sprünge, werden beim Einlegen in solche Flüssigkeiten deutlich sichtbar.

DIE UNTERSUCHUNG MIT DEM MIKROSKOPE.

Das Mikroskop ist ein unentbehrliches Instrument zur Edelsteinuntersuchung, und zwar benötigt man es nicht nur wegen der zu erzielenden Vergrößerung, sondern auch zur Feststellung gewisser optischer Verhältnisse, welche für die Bestimmung der Edelsteine wichtige Daten liefern. Man verwendet zu diesem Zwecke Mikroskope, bei denen Vorrichtungen eingebaut sind, welche sogenanntes polarisiertes Licht erzeugen, das ist Licht, welches durch Ätherschwingungen zustande kommt, die ständig in einer Ebene erfolgen. Man kann mit einem solchen Instrument nicht nur die merkwürdige Eigenschaft der Doppelbrechung und des Pleochroismus konstatieren, sondern auch manche optischen

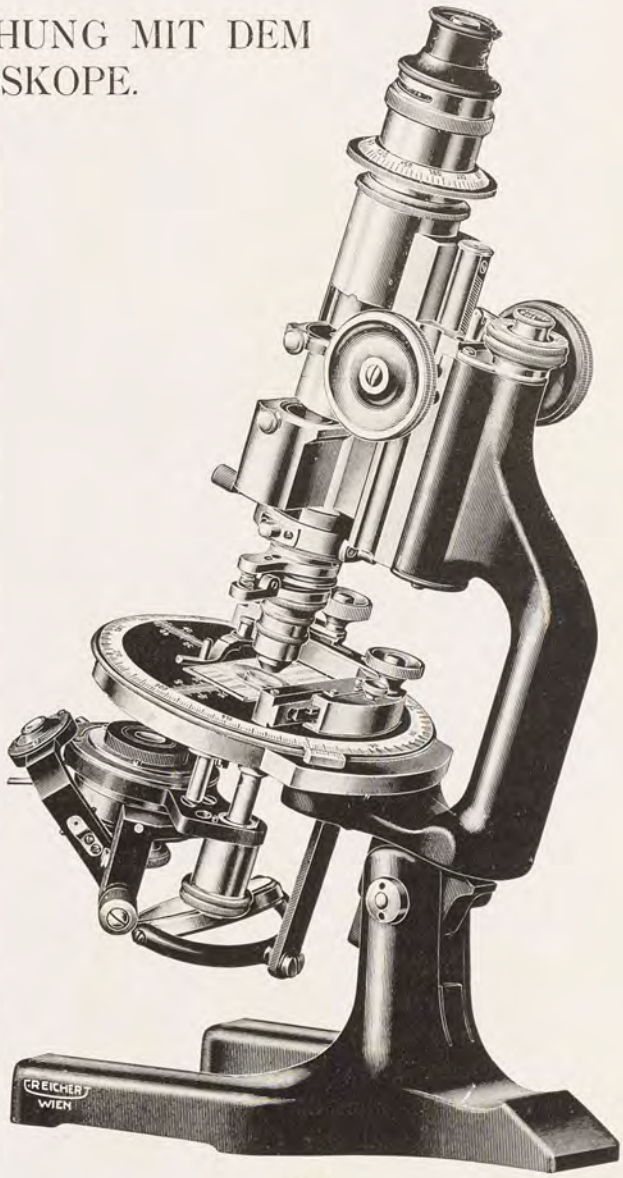

Abb. 9.
Polarisationsmikroskop.

Eigenschaften ziffernmäßig erfassen, und so eine Anzahl von Merkmalen erhalten, welche eindeutig auf einen bestimmten Stein verweisen. Ein derartiges Instrument, welches zum Beispiel die optischen Werke Reichert in Wien erzeugen, ist in Abbildung 9 wiedergegeben. Im Beleuchtungsapparat ist ein sogenanntes Nicolsches Prisma eingebaut, durch welches polarisiertes Licht geschaffen wird; der Objekttisch ist drehbar; im Tubus ist abermals ein Nicolsches Prisma eingebaut.

Ein ungemein dankbares Gebiet der mikroskopischen Untersuchung[1] ist das Studium der Einschlüsse. Dies sind die in fast jedem Edelstein vorhandenen fremden Beimengungen, welche während der Entstehung des Steines beim Kristalli-

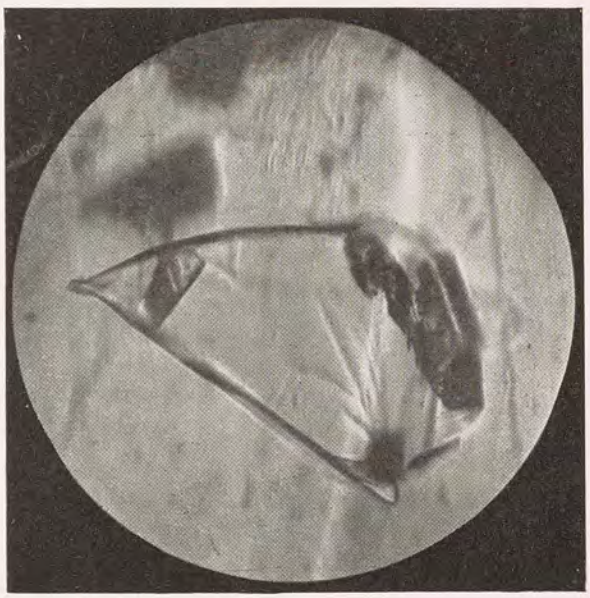

Abb. 10.
Glimmer in Rubin. (Mikrophot. Vergrößerung 120.)

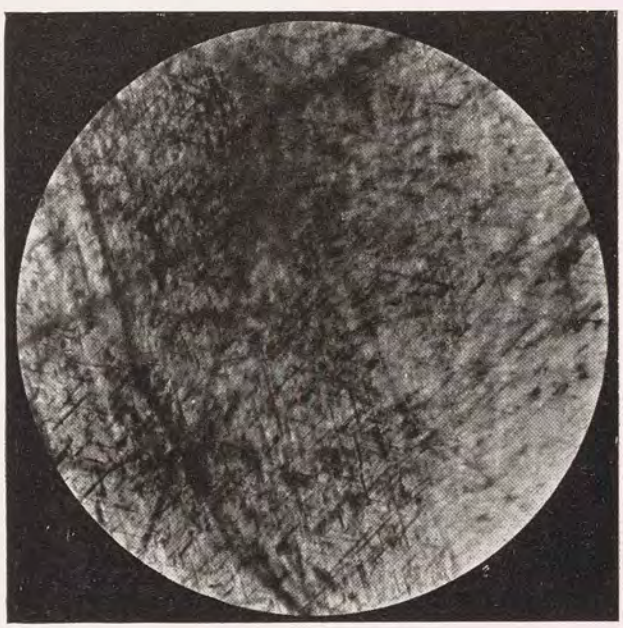

Abb. 11.
Rutilnädelchen in Saphir. (Mikrophot. Vergrößerung 100.)

[1] Eine ausführliche Darstellung dieses Abschnittes findet der interessierte Leser in der zweiten Auflage der „Künstlichen Edelsteine" von H. Michel, Verlag W. Diebener, G. m. b. H., Leipzig 1926.

Abb. 12.
Flüssigkeitseinschlüsse in Saphir; Fahne.
(Mikrophot. Vergrößerung 120.)

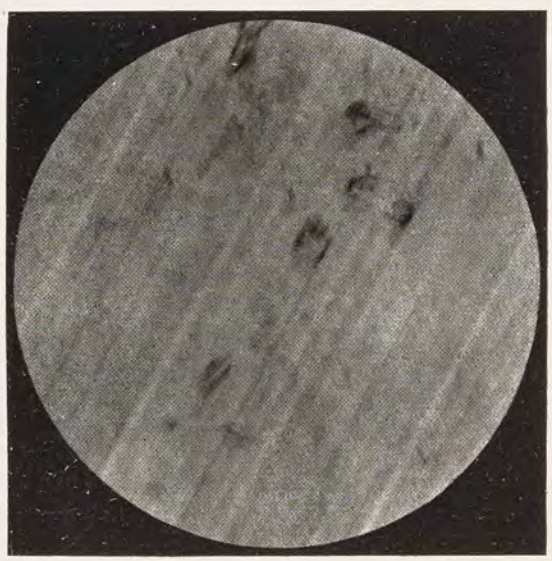

Abb. 13.
Flüssigkeitseinschlüsse mit Gaslibellen in Smaragd;
Zonenstruktur. (Mikrophot. Vergrößerung 150.)

sationsprozesse in den Stein aufgenommen werden. Der Juwelier kennt solche Einschlüsse unter der Bezeichnung Staub oder Sand auch, die Seide eines Steines oder der Schmelz eines Steines sind durch solche Einschlüsse bedingt. Vom mineralogischen Standpunkte aus unterscheidet man Einschlüsse, welche aus festen Substanzen, z. B. aus kristallisierten Mineralen bestehen, solche, welche Flüssigkeiten enthalten, manchmal mit, manchmal ohne Gaslibelle, und schließlich Einschlüsse von Gasblasen. Alle drei Typen sind voneinander zu unterscheiden und geben wichtige Anhaltspunkte in mehrfacher Richtung. Die folgenden Abbildungen sollen einen Überblick darüber geben, wie solche Gebilde im Mikroskop erscheinen. Es ist nicht nötig, etwa Dünnschliffe des zu untersuchenden Steines anzufertigen, sondern es genügt das Einlegen der Steine in Flüssigkeiten. Man durchsucht

sodann den Stein in seiner ganzen Ausdehnung durch Heben und Senken des Tubus und Verschieben des Steines. Kristallisierte Einschlüsse zeigen die Abbildungen 10 und 11, von denen Abbildung 10 einen Einschluß von Glimmer im Rubin und Abbildung 11 Rutilnädelchen in einem Saphir zeigt. Das Glimmerblättchen ist nicht regelmäßig begrenzt, obwohl häufig eine gesetzmäßige Einstellung solcher Glimmerblättchen zu den kristallographi-

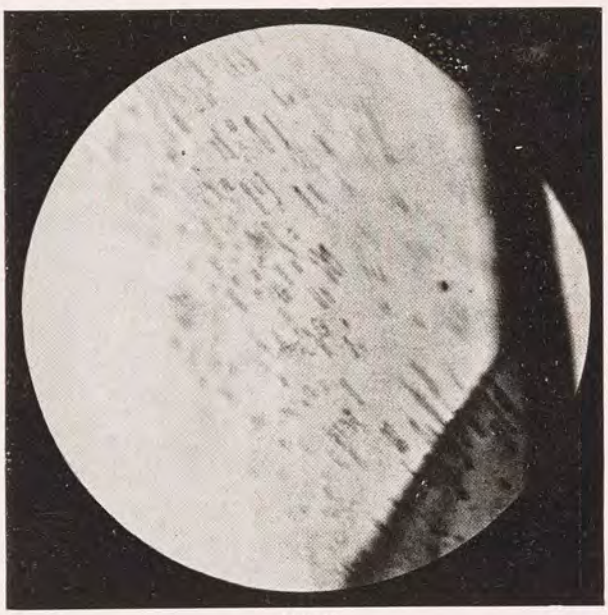

Abb. 14.
Flüssigkeitseinschlüsse mit Gaslibellen in Saphir. (Mikrophot. Vergrößerung 120.)

Abb. 15.
Flüssigkeitseinschlüsse in Ceylonsaphir. (Mikrophot. Vergrößerung 60.)

Abb. 16.
Flüssigkeitseinschlüsse in Ceylonsaphir. (Mikrophot. Vergrößerung 300.)

schen Richtungen des Rubins zu beobachten ist; die Rutilnädelchen sind streng gesetzmäßig dem Kristallbau des Saphires entsprechend eingelagert und bedingen durch diese gesetzmäßige Lagerung eine zarte Seide, das ist einen milden Lichtschimmer aus dem Inneren des Steines. Die Abbildung 12 zeigt eine sogenannte Fahne, welche aus Flüssigkeitseinschlüssen besteht; häufig sind in solchen Flüssigkeitseinschlüssen Libellen von Gasen enthalten, wie dies aus Abbildung 13 ersichtlich ist. Diese letztere Abbildung 13 entspricht einem Smaragd, der besonders reich an Flüssigkeitseinschlüssen mit Gaslibellen ist. Es handelt sich wohl meist um flüssige Kohlensäure, weil die Libelle bei der Erwärmung über Temperaturen von 31° (d. i. die kritische Temperatur der Kohlensäure) verschwindet. Außerdem zeigt diese Abbildung sehr schön die Zonarstruktur, die dadurch bedingt ist, daß die einzelnen Anwachsschichten des Kristalles nicht gleichmäßig stark gefärbt sind. Die Abbildung 14 zeigt eine größere Fahne solcher Flüssigkeitseinschlüsse zum Teil mit Gaslibellen in einem Saphir; es fällt die ungefähre Parallelstellung der Einschlüsse auf. Den reinen Typus der Gaseinschlüsse sehen wir in den Abbildungen 17, 20 und 21; das Gemeinsame der Gaseinschlüsse ist der ungemein breite dunkle Rand, der durch die großen Unterschiede in der Lichtbrechung zwischen Gas

und dem Material des Steines bedingt ist, während kristallisierte Einschlüsse oder Flüssigkeitseinschlüsse feiner konturiert erscheinen, da ihre Lichtbrechung der des Steines viel näher kommt.

Es gelingt nun, durch sorgfältiges Studium der Einschlüsse von Edelsteinen sowie der Farbverteilung in den Steinen nicht nur die Frage zu lösen, ob natürliche oder künstliche Steine vorliegen, ob anderweitige Verfälschungen oder Imitationen vorhanden sind, sondern es gelingt auch, die

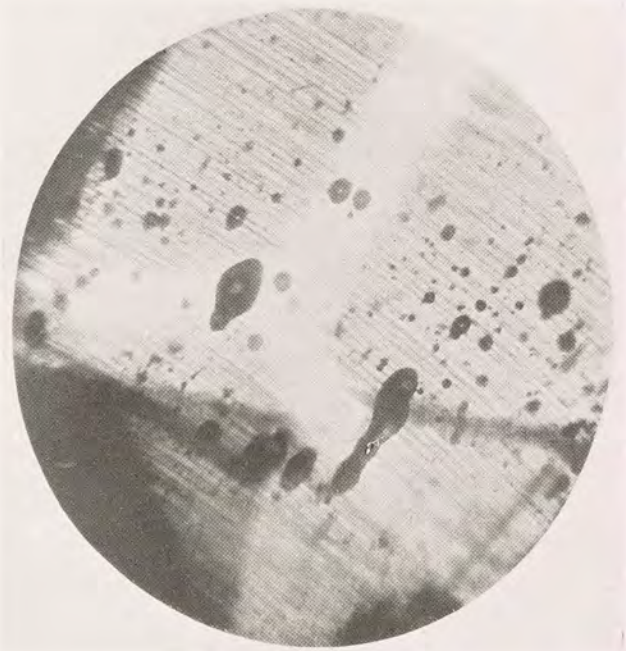

Abb. 17.
Gasbläschen und Anwachsstreifen in künstlichem Rubin.
(Mikrophotogramm von C. Brunner, Vergrößerung 60.)

einzelnen Arten von Edelsteinen zum Teile zu trennen und die Fundorte der Edelsteine oft mit großer Sicherheit festzustellen.

Einschlüsse von Flüssigkeiten, wie sie etwa die Abbildungen 15 und 16 zeigen, die einem natürlichen Saphir entsprechen, und zwar Abbildung 16 bei einer bedeutend stärkeren Vergrößerung, finden sich niemals bei künstlichen Steinen. Es war ja klar, daß infolge der gänzlich verschiedenen Umstände bei der Bildung natürlicher Edelsteine die Einschlüsse natürlicher Steine von denen künstlicher verschieden sein mußten. Die natürlichen Edelsteine bilden sich in mächtigen Gesteinsmassen, es wirken dabei Gase und Dämpfe mit, welche die Kristallisation der Mineralien außerordentlich

begünstigen, häufig erst ermöglichen. Die Abkühlung geht außerordentlich langsam von statten, ebenso wie das Wachstum der Kristalle sich in wesentlich größeren Zeiträumen abspielt, als dies bei den künstlichen Korunden der Fall ist. Deshalb sind auch die Einschlüsse in den natürlichen Edelsteinen oft gesetzmäßig eingelagert. Die künstlichen Steine entstehen in wenigen Stunden, sie werden sehr rasch abgekühlt und so sind in ihnen

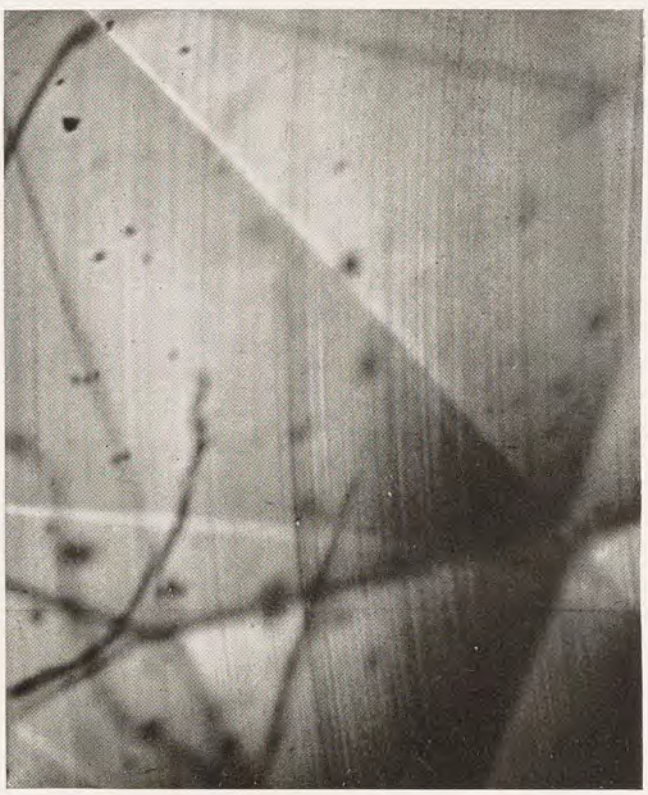

Abb. 18.
Anwachsstreifen in künstlichem grünen Saphir.
(Mikrophot. Vergrößerung 60.)

eine Reihe von Fehlern vorhanden, die durch die Art ihrer Erzeugung bedingt sind. Es war schon früher die Rede davon, daß die Schmelztropfen künstlicher Steine Anwachsschichten zeigen, weil die einzelnen Partien, welche nacheinander auf der Oberfläche des Tropfens zum Schmelzen kommen, nicht durchaus gleichmäßig verfärbt sind. Bei der mikroskopischen Prüfung erscheinen diese Anwachsschichten in geeigneter Stellung als eine zarte, gekrümmt verlaufende Streifung, von der die Abbildungen 17, 18 und 19

eine Vorstellung geben. Abbildung 17 entspricht einem Stein, der etwa um das Jahr 1909 erzeugt wurde (das Mikrophotogramm rührt von Herrn C. Brunner in Wien her, der die ersten guten Photogramme herstellte), Abbildung 18 einem Stein aus den letzten Jahren, Abbildung 19 einem blauen Saphir, bei denen allgemein die Streifung breiter auftritt. Trotz aller Verbesserungen im Produktionsprozeß ist es nicht gelungen, diese Streifung,

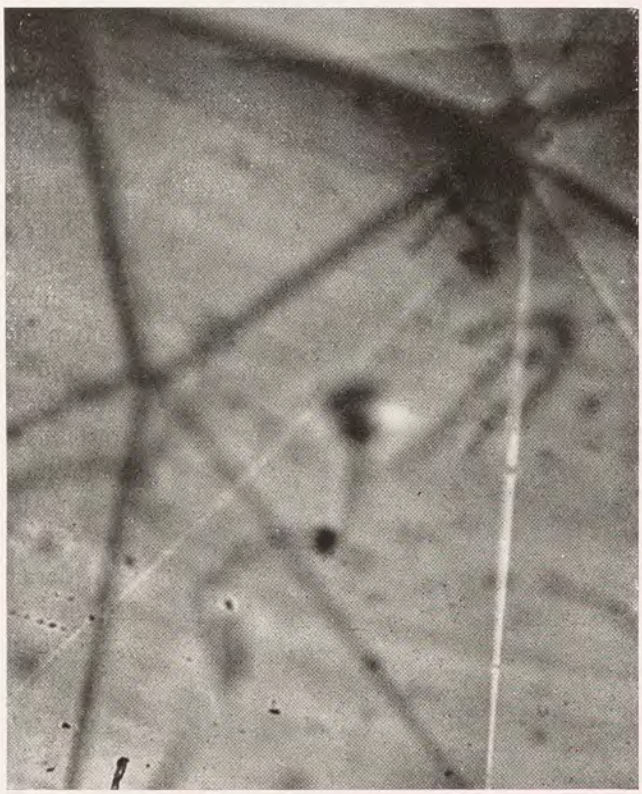

Abb. 19.
Anwachsstreifen, breit und verwaschen, in künstlichem blauen Saphir. (Mikrophot. Vergrößerung 60.)

die allerdings nur im Mikroskope zum Ausdruck kommt, zu vermeiden. Neben diesen Streifen zeigen die künstlichen Edelsteine in den meisten Fällen Gasbläschen, die aus der Abbildungen 17 und 20 ersichtlich sind. Die Zahl der Gasbläschen hat bei den neuerdings erzeugten Steinen sehr stark nachgelassen, außerdem ist die Größe sehr stark herabgemindert, wie sich durch Vergleichung der Abbildungen 17 und 20 ergibt. Weiter stellen sich oft zahlreiche Sprünge ein, die zu Gruppen geordnet und auf die innere

Spannung zurückzuführen sind, welche in den Schmelztropfen infolge ihrer raschen Abkühlung herrscht. Beim Schleifen löst sich diese Spannung in derartigen Serien von Sprüngen aus.

Bei der Untersuchung von Imitationen geben die Einschlüsse gleichfalls oft die Entscheidung. Gläser können noch so gut hergestellt sein, sie enthalten doch meist entweder kleine Gasbläschen oder Schlieren, wie sie etwa in Abbildung 21 ersichtlich sind. Bisweilen geht man direkt darauf aus, kein ganz reines Glas zu erzeugen, sondern versieht das Glas absichtlich mit Einschlüssen, weil ja z. B. auch der natürliche Smaragd in weitaus den meisten Fällen Einschlüsse zeigt. Allerdings bestehen diese Einschlüsse bei Gläsern aus reinen Gasblasen und die Abbildungen 22 und 23 geben ein Bild von derartig absichtlich in grünen Gläsern herbeigeführten Fahnen, welche die Echtheit des Materiales vortäuschen sollen. Die langausgezogenen Blasen der Abbildung 23, wiederum eine Aufnahme, die von Kommerzialrat C. Brunner herrührt, sollen jene Einschlüsse vortäuschen, wie sie die Abbildung 24 zeigt. Die Abbildungen 24, 25 und 26 entsprechen natürlichen Smaragden und der Vergleich gibt tatsächlich eine gewisse oberflächliche Ähnlichkeit in der Anordnung und der Beschaffenheit der Einschlüsse der grünen Gläser und der natürlichen Smaragde. Einer genaueren Prüfung vermögen jedoch diese Einschlüsse nicht standzuhalten.

Abb. 20.
Gasbläschen in künstlichem blauen Saphir.
(Mikrophot. Vergrößerung 60.)

Die natürlichen Smaragde, Abbildungen 24 und 26 sind reich an Flüssigkeitseinschlüssen, von denen manche deutliche Gaslibellen zeigen, während

die grünen Gläser reine Gaseinschlüsse besitzen. Einen solchen Flüssigkeits-Einschluß der Abbildung 24 gibt die Abbildung 25 bei starker Vergrößerung wieder, und es zeigt sich, daß die Form des Flüssigkeits-Einschlusses durch Kristallflächen bedingt ist, daß also die Flüssigkeit einen Hohlraum im Kristall ausfüllt und derart einen sogenannten negativen Kristall bildet. Niemals wird man bei Gläsern eine solche kristallographische Orientierung finden, weil ja die Gläser amorph sind und ihnen der regelmäßige Aufbau der Kristalle fehlt.

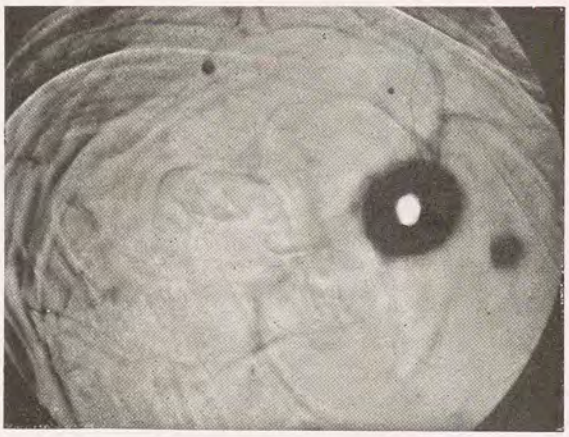

Abb. 21.
Schlieren und Gasblasen in grünem Glase. (Mikrophot. Vergrößerung 40.)

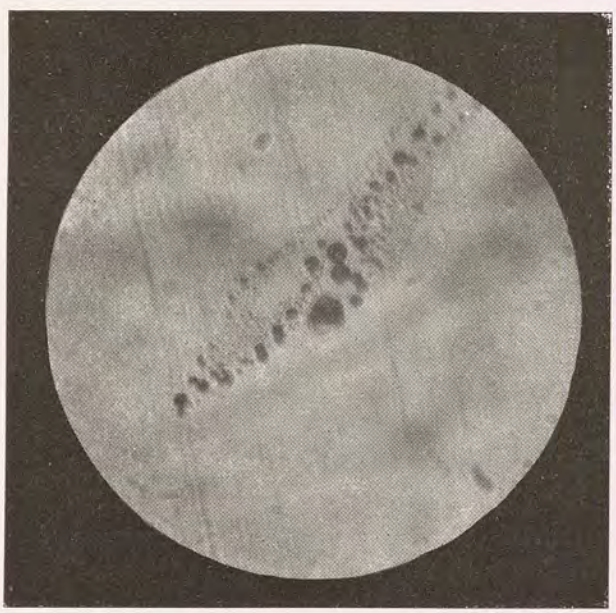

Abb. 22.
Gasblasen zu einer Fahne geordnet in grünem Glase. (Mikrophot. Vergrößerung 60.)

Bei der mikroskopischen Untersuchung von Dubletten zeigt sich häufig im echten Oberteil das Bild der Einschlüsse echter Edelsteine, während die Trennungsebene und der Unterteil der Steine durch reine Gasblasen ausgezeichnet sind. Man muß also einen Edelstein stets der ganzen Höhe nach durchsuchen, um Gewißheit darüber zu erhalten, daß nicht eine Dublette vorliegt. Die Abbildung 27 entspricht einer Granatdublette, bei der

der Oberteil aus rotem Granat, der Unterteil aus dunkelblauem Glase besteht, woraus eine sehr geeignet erscheinende Saphirimitation angefertigt wird. Die Bildebene fällt bei dieser Aufnahme mit der Trennungsebene der Teile der Dublette zusammen und man sieht sowohl die regelmäßig geordneten Einschlüsse im Granatoberteil wie die Luftblasen auf der Trennungsebene der beiden Schichten. Hält man eine Dublette, etwa einen Teclasmaragd in eine stark lichtbrechende Flüssigkeit, so erkennt man die oft wechselnde Farbe von Ober- und Unterteil. Abbildung 28 zeigt einen

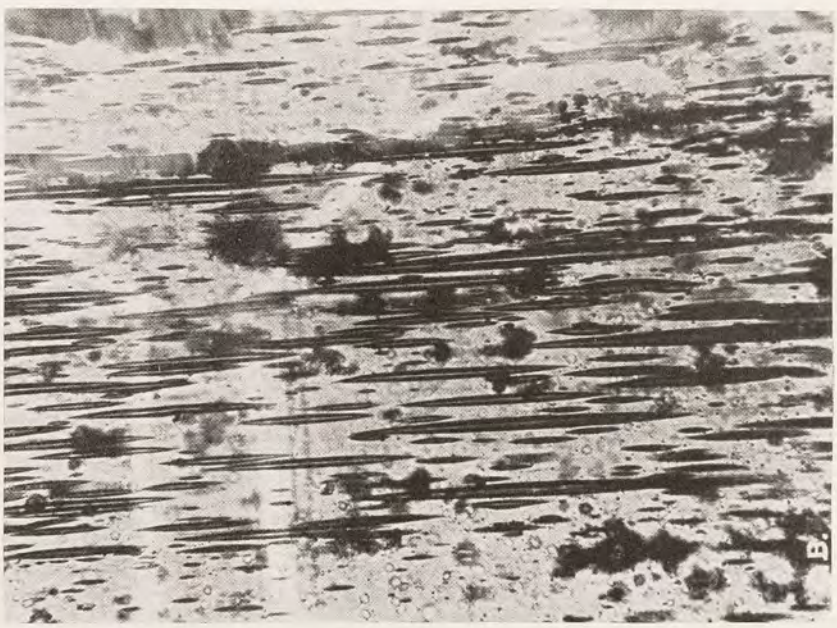

Abb. 23.
Lang ausgezogene Gasblasen. (Mikrophot. von C. Brunner, Vergrößerung 80.)

Teclasmaragd, der aus zwei farblosen Aquamarinen und einem färbenden Blättchen zusammengesetzt ist, von der Seite und in eine Flüssigkeit eingetaucht. Oberteil und Unterteil sind dann als farblos zu erkennen.

Für manche Fundorte sind gewisse Kategorien von Einschlüssen so bezeichnend, daß man aus dem Auftreten dieser Einschlüsse mit Sicherheit auf den Fundort schließen kann. So sind z. B. Birmarubine, welche einen wesentlich höheren Preis erzielen als die Siamrubine, ausgezeichnet durch Rutilnädelchen, welche gesetzmäßig im Kristall eingelagert sind, Abbildung 29. Siamrubine sind ausgezeichnet durch Flüssigkeitseinschlüsse, welche gleichfalls orientiert zum Kristallbau des Steines verlaufen und von denen Abbildung 30 ein Muster zeigt. Ceylonrubine haben ganz andere Einschlüsse,

von denen Abbildung 31 ein Beispiel bringt. Es sind wurmförmig gekrümmte Flüssigkeitseinschlüsse, die zu Fahnen angeordnet erscheinen.

Die optische Untersuchung mit Hilfe eines mineralogischen Mikroskops ist, wie schon bemerkt, nicht nur zum »Studium« der Einschlüsse wertvoll, sondern liefert auch in einer Reihe von Fällen gute Ergebnisse, welche die »Entscheidung« mancher Streitfrage gestatten. Die Lage der Anwachsschichten zu den sogenannten Auslöschungsrichtungen (Schwingungs-

Abb. 24.
Flüssigkeitseinschlüsse mit Gaslibellen im Smaragd.
(Mikrophot. Vergrößerung 50.)

richtungen) gestattet oft die Entscheidung auch dann, wenn bei künstlichen Edelsteinen die Anwachsstreifen gerade gestreckt erscheinen. Ebenso ergeben sich bei der Untersuchung von Dubletten im Polarisationsmikroskop Eigentümlichkeiten, die zur Entscheidung führen. So haben z. B. Dubletten, welche aus zwei Teilen von Smaragd zusammengesetzt sind, welche nicht die gleiche optische Orientierung haben, keine sogenannte Auslöschungsstellung, oder Dubletten, bei denen die Färbung durch ein färbendes Blättchen bedingt ist, trotz der Echtheit des Ober- und Unterteiles (z. B. farbloser Beryll) keinen Pleochroismus.

Abb. 25.
Flüssigkeitseinschluß mit Gaslibelle in Smaragd. (Mikrophot. Vergrößerung 520.)

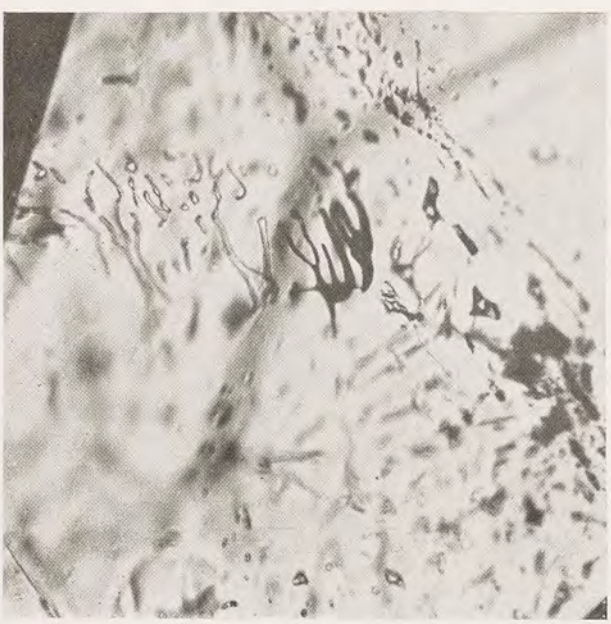

Abb. 26.
Flüssigkeitseinschlüsse im Smaragd. (Mikrophot. Vergrößerung 70.)

SPEKTROSKOPISCHE PRÜFUNG.

Die Farbe der Edelsteine und ihrer Verfälschungen zur Erkennung zu benutzen, führt nur selten zu einem absolut sicheren Ergebnis. Meist vermag das menschliche Auge nicht jene Unterschiede zu erfassen, die zum Beispiel zwischen einem Smaragd und einem grünen Glase bestehen. Nur bei spektroskopischer Prüfung treten diese Unterschiede zutage, indem andere Partien des Spektrums durch beide Arten von Steinen geschwächt oder vernichtet werden. Da die spektroskopische Prüfung aber nicht geeignet ist, sich in der Praxis des Juwelieres durchzusetzen, haben H. Michel und G. Riedl (Annalen des Naturhistorischen Museums, Wien 1925) eine Filterlampe konstruiert, welche auf dieser Beobachtung beruht, daß verschiedene Steine anscheinend gleicher Farbe doch ein

verschiedenes Spektrum besitzen. Es wird durch geeignet gewählte Lichtfilter farbiges Licht erzeugt, welches im Vereine mit den Absorptionsbanden der einzelnen Steine zu bezeichnenden Farben führt, in denen diese Steine über den Filtern erscheinen. Für jede Farbe sind eigene Filter nötig, die im »Detektoskop« der optischen Werke Reichert vereinigt sind. Die Serie für grüne Steine besteht aus fünf Filtern, durch die eine rasche und sichere Bestimmung der grünen Steine und namentlich ihre Trennung von Imitationen ermöglicht wird. So erscheint zum Beispiel über Filter II dieser Serie der Smaragd violett, der Turmalin blau, ein grünes Glas ebenfalls blau. Auch der grüne Granat und Zirkon sowie der natürliche und künstliche grüne Korund zeichnen sich durch charakteristische Farbtöne über

Abb. 27.

Dublette aus Granat und Glas. (Mikrophot. Vergrößerung 40.)

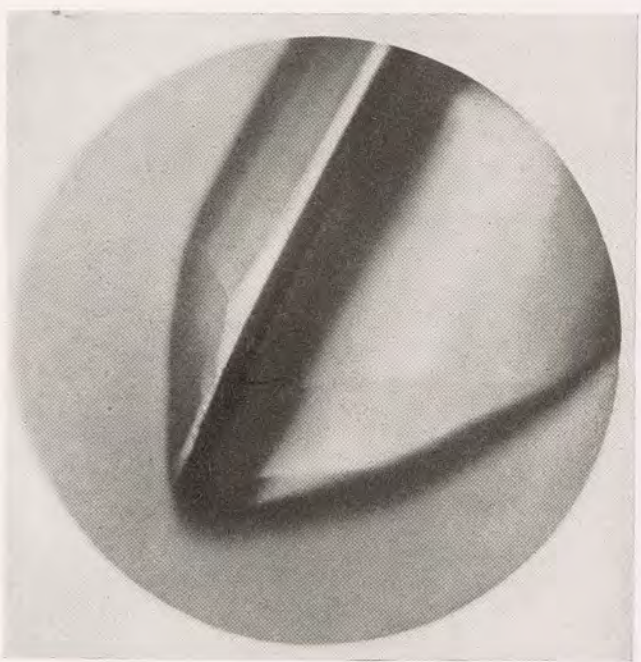

Abb. 28.

Teclasmaragd von der Seite in einer Flüssigkeit beobachtet; Oberteil und Unterteil erscheint farblos. (Vergrößerung 30.)

den Lichtfiltern aus. Eine schematische Skizze der Anordnung der Filter ist in Abbildung 32 gegeben.

LUMINESZENZERSCHEINUNGEN.

Große Wichtigkeit haben in der letzten Zeit die Lumineszenzerscheinungen der Edelsteine unter der Einwirkung der verschiedenen Strahlenarten (Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen, Radiumstrahlen und ultravioletten Strahlen) erlangt, weil sie auch die Untersuchung von gefaßten Objekten gestatten. Über die Ursachen und den Mechanismus der Lumineszenz-

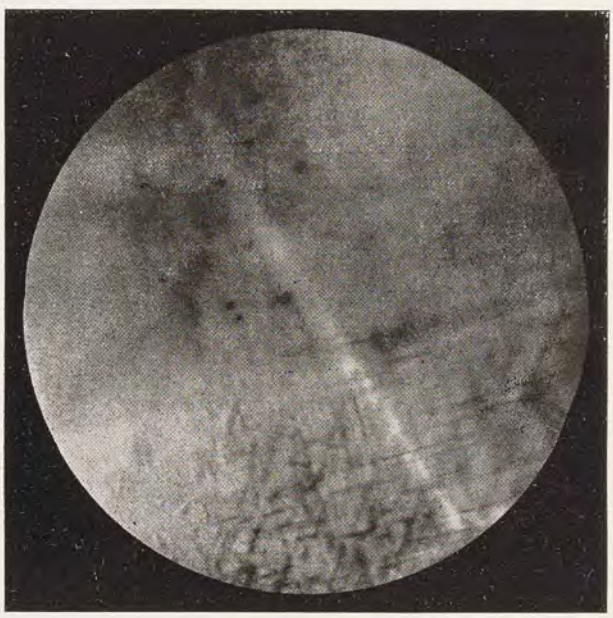

Abb. 29.
Rutilnädelchen in Birmarubin. (Mikrophot. Vergrößerung 70.)

erscheinungen kann man sich verschiedene theoretisch begründete Vorstellungen machen. Die Färbung der Mineralien liegt entweder im Mineral selbst (idiochromatische Minerale, z. B. Schwefel) oder aber in Beimengungen zu einem an und für sich farblosen Material. Diese Beimengungen können wieder entweder in einer wohl sehr festen Bindung als isomorphe Beimengungen vorhanden sein, oder intramolekular, dilut im Materiale verteilt sein. Erstere geben sehr stabile, letztere weniger beständige Färbungen. Es können nun durch die verschiedenen physikalischen Einwirkungen, z. B. durch den Elektronenstrom bei Verwendung von Kathoden- und Radiumstrahlen, sowohl Veränderungen in der Bindung der färbenden Beimengungen

wie auch anormale Zustände im Bau der Atome des Materials eintreten, die wiederum durch andere physikalische Einwirkungen, z. B. Erwärmen oder Belichten mit ultravioletten Strahlen, rückgängig gemacht werden können. Diese Veränderungen können nur vorübergehend sein, sie können Lumineszenzerscheinungen auslösen, sie können aber auch durch längere

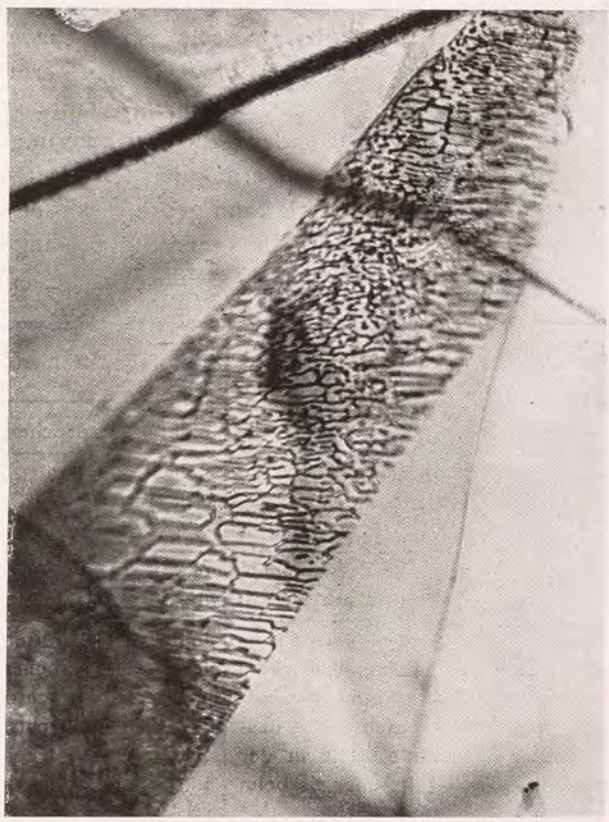

Abb. 30.
Orientierte Flüssigkeitseinschlüsse in Siamrubin. (Mikrophot. Vergrößerung 190.)

Zeit stabil bleiben. Beim Rückgang der Erscheinungen treten dann neben der Verfärbung in gleicher Weise wie bei der ersten Verfärbung mehr oder weniger deutliche Lumineszenzerscheinungen auf. Eine eingehende Behandlung der Lumineszenzvorgänge (Aussenden von Licht unterhalb der Glühtemperatur) ist in dem Buche von H. Michel (Die künstlichen Edelsteine, Leipzig, Diebener, 1925) erfolgt, nachdem vorher durch etwa zwölf Jahre von H. Michel (Zentralblatt für Mineralogie, 1914) und G. Riedl, der die ersten umfangreichen Tabellen veröffentlichte (Fachblatt der Genossenschaft der Wiener Juweliere, 1914), besonders die Erscheinungen unter

Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen und ultravioletten Strahlen systematisch studiert worden waren. An dem angegebenen Orte sind auch die Mineralfärbungen, die physikalischen Grundbegriffe erörtert, weiter die zu beobachtenden Effekte in Tabellen vereinigt. Aus diesen ist im folgenden ein kleiner Ausschnitt gegeben. Die Abbildung 33 zeigt das Schaltungsschema einer kombinierten Kathoden-Röntgenröhre (nach H. Michel), die Abbildung 34 eine von G. Riedl konstruierte, sehr praktische und handliche Apparatur für Kathodenstrahlen, bei der eine Quecksilberluftpumpe nach Leiser-Wojtaček verwendet ist, welche eine wesentliche Verbilligung der Apparatur herbeiführt und trotzdem die Evakuierung der kleinen Kathodenröhre in etwa sieben Minuten ermöglicht. Das zu untersuchende Objekt (auch ein ganzes Schmuckstück kann geprüft werden) wird auf ein Tischchen gelegt, das an einem eingeschliffenen Stöpsel angebracht ist.

Rote Steine.

Name	Farbe	Kathodenstrahlen	Röntgenstrahlen	Ultraviolette Strahlen
Almandin	rot	nicht angesprochen	nicht angesprochen	
Beryll	rosa	neurot (deutl. Unterschied v.d.gleichfarbig. Rubin), leuchtet nach	neurot, schwach	fast unmerklich
Kunzit	rosa	sehr stark orangegelb, leuchtet stark nach	etwas schwächer als in Kathodenstrahlen	stark, gelbrot
natürlicher Rubin	in verschiedenen Nuancen von Rot, ausgenomm. rotviolett	lebhaft rot; wird sehr leicht angesprochen. Bei einigen Steinen Nachleuchten; dasselbe erlischt in der Regel früher als beim synthet. Rubin (bei den dunklen Steinen)	lebhaft rot; wird sehr leicht angesprochen. Event. Nachleuchten (auch bei den lichten Steinen) auf sehr kurze Zeit beschränkt	starkes rotes Lumineszenzlicht bei Birmarubin, schwaches bei Siamrubin
künstlicher Rubin	in den verschiedenen Nuancen v. rot	lebhaft rot; wird sehr leicht angesprochen. Meist stark. Nachleuchten bei allen Farben	lebhaft rot; wird sehr leicht angesprochen. Starkes Nachleuchten bei allen Farben	starkes rotes Lumineszenzlicht
a) Spinell	reinrot, wie Birmarubin	rot, wird schwach angesprochen (wie der violette Siamrubin)	wie im Kathodenrohr	stark, rot
b) Spinell	braunrot (granatfarb.)	nicht angesprochen	nicht angesprochen	unmerklich rot
Turmalin	rot	nicht angesprochen	nicht angesprochen	nicht angesprochen

Blaue Steine.

Name	Farbe	Kathodenstrahlen	Röntgenstrahlen	Ultraviolette Strahlen
Aquamarin	zart blaugrün	nicht angesprochen	nicht angesprochen	mit blauem Filter merklich
a) synthet. Saphir	dunkelblau oder hell	hellblau, violettstichig; mitunter rötlich, licht	undurchsichtig, emailartig, schmutzigblau oder schmutzigrot	schwach rotviolett
b) Montanasaphir	lichtblau	weinrot	nicht angesprochen	rötlichblau
c) Austral. Saphir	grünblau	sehr schwach in Blau oder gar nicht	nicht angesprochen	schwach
d) Birmasaphir	dunkelblau	dunkel weinrot oder grünblau	nicht angesprochen	schwach
e) Ceylonsaphir	lichtblau	lebhaft rot	rot, sehr schwach	rötlichblau
Spinell	dunkelblau (synthet.)	neurot in hohem Vakuum	rotviolett, schwach	stark rot
Zirkon	blau	hellblau, bei niederem Vakuum, gelblichblau, stets sehr intensiv, starkes Nachleuchten		

Grüne Steine.

Name	Farbe	Kathodenstrahlen	Röntgenstrahlen	Ultraviolette Strahlen
Alexandrit	zartgrün bis schmutziggrün, einschlußreich	orangegelb bis rot	nicht angesprochen	schwach dunkelrot
künstlicher Korund, alexandritartig	graugrün weinrot	düsteres Rot bis orangegelb (bisweilen rosa) leuchtet nicht nach	nicht angesprochen	lebhaft rosarot
natürlicher Korund	dunkelgrün	nicht angesprochen	nicht angesprochen	nicht angesprochen
synthetischer Korund	grün	dunkel, orange, leuchtet nicht nach	nicht angesprochen	dunkelrot
Smaragd	grün	dunkelrot	im hohen Vakuum schwach rot	deutl. Lumineszenzlicht (mit rotem od. grünem Filter)

Die Lumineszenzerscheinungen ermöglichen oft die Feststellung der Artzugehörigkeit von Edelsteinen (so kann man z. B. rote Spinelle von Granaten, hellblaue Zirkone von Aquamarin oder hellblauem Spinell im Kathodenlichte unterscheiden) — weiter auch die Feststellung, ob künstliche oder natürliche Steine vorliegen — schließlich die Ermittlung der Fundorte des Materiales z. B. bei Saphiren, bei denen Ceylonsteine ein lebhaft rotes, indische Steine ein dunkelrotes bis grünblaues, Montanasteine in Kathodenstrahlen ein weinrotes Lumineszenzlicht geben, während australische Steine so gut wie gar keine Erscheinungen zeigen.

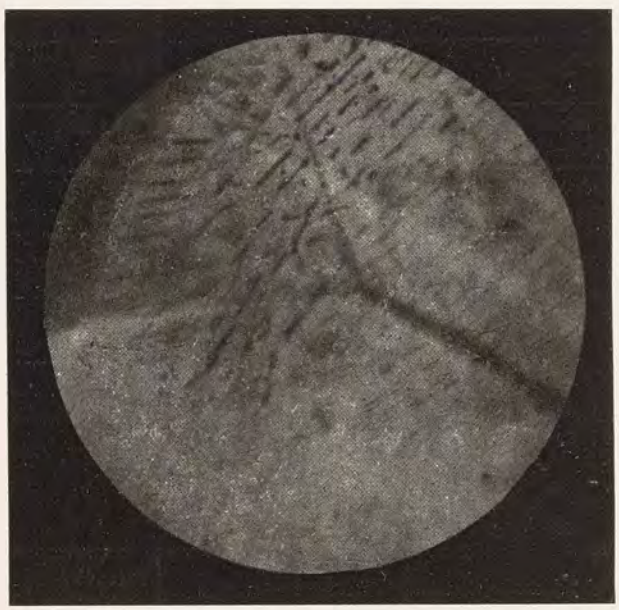

Abb. 31.
Wurmförmige Einschlüsse in Ceylonrubin. (Mikrophot. Vergrößerung 70.)

Einige wenige Beobachtungen sollen die Reichhaltigkeit der Erscheinungen dartun, soweit dies nicht schon aus den Tabellen hervorgeht. Rosaroter Kunzit leuchtet bei der Bestrahlung mit Radiumstrahlen lebhaft orangerot, auch nach Entfernung des Präparates; bei längerer Bestrahlung verfärbt er sich zu demselben Grün, das den Hiddenit, ein ihm ein ganz nahe verwandtes Mineral, auszeichnet. Hört das Nachleuchten auf, so kann man es durch gelindes Erwärmen wieder wecken, setzt man den grün verfärbten Stein der Sonne aus (ultravioletten Strahlen), geht die grüne Farbe verloren, der Stein wird wieder rosa. Blauer Zirkon von Siam wird durch Radiumstrahlen bräunlichrot, leuchtet lebhaft hellblau, leuchtet tagelang nach, zeigt bei Erwärmen neuerliches Leuchten, wird in ultravioletten Strahlen wieder hellblau; Rubin leuchtet in Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen und ultravioletten Strahlen, Birmarubin stärker als Siamrubin, die meisten künstlichen Rubine leuchten nach. Künstlicher blauer Saphir zeichnet sich durch violettstichiges Licht in Kathodenstrahlen aus, blauer künstlicher Spinell leuchtet lebhaft rot, ebenso

künstlicher grüner Spinell, weiße künstliche Saphire geben violettrotes Lumineszenzlicht in Kathodenstrahlen und orangerotes in ultravioletten Strahlen.

DURCHLEUCHTUNG MIT RÖNTGENSTRAHLEN.

Bisweilen bedient man sich der Schattenbilder, welche bei der Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen entstehen, zur Unterscheidung. So sind z. B. die persischen und mexikanischen Türkise gegen Röntgenstrahlen verschieden durchlässig; auch die blaugebeizten Chalcedone, die Wiener Türkise und die blauen Glaspasten zeigen Unterschiede, so, daß man sie

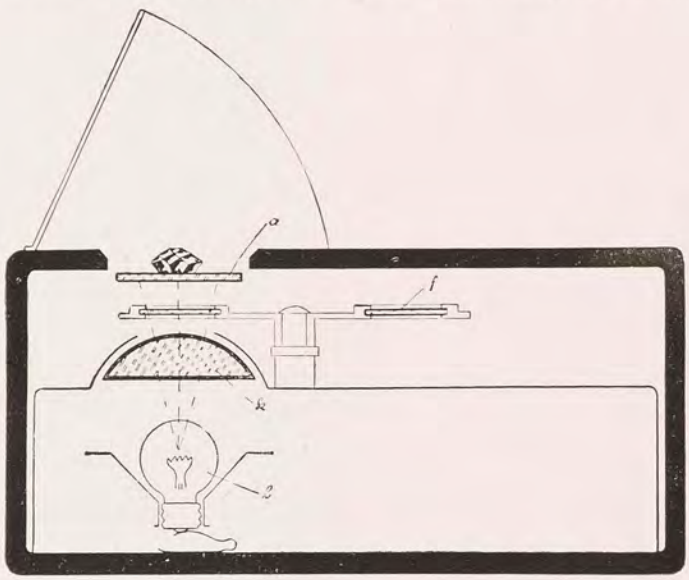

Abb. 32.

Filterlampe der opt. Werke Reichert in Wien, nach Michel und Riedl.

f = Filter der Filterscheibe, *a* = Träger für die Steine, *k* = Linse, *l* = Lichtquelle.

durch ihr Schattenbild erkennen kann. Eine Vorstellung von der Intensität der Unterschiede der Schattenbilder gibt die Abbildung 35, deren eingehende »Beschriftung« eine weitere Erläuterung überflüssig macht. Einige Erfahrung ist immerhin zu solchen Prüfungen nötig.

CHEMISCHE PRÜFUNG.

Ab und zu ist eine chemische Prüfung von Vorteil, die naturgemäß mit der größten Vorsicht vorgenommen werden muß, soll nicht eine Beschädigung des Steines oder Schmuckes eintreten. Grundsätzlich sind ja

alle Untersuchungsmethoden zu meiden, aus denen irgendeine Beschädigung des Materiales, auch in späterer Zukunft, abgeleitet werden könnte, z. B. Härteprüfungen, Erhitzungsversuche, Verfärbungsversuche mit Strahlen und gewisse chemische Prüfungen. Aber bei Produkten, die auf chemischem

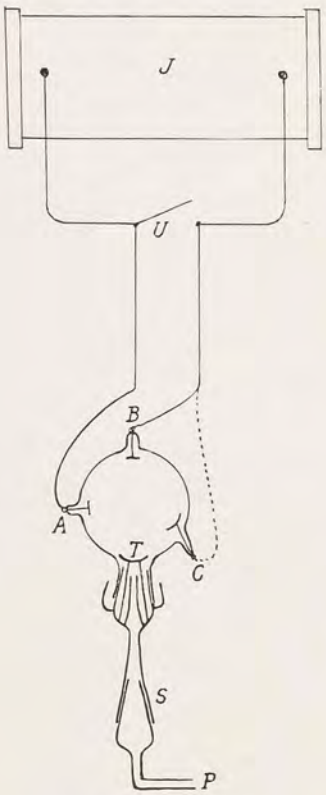

Abb. 33.

Kombinierte Kathoden-Röntgenröhre (nach H. Michel).

U = Unterbrecher, *J* = Induktor, *ABC* = Elektroden, *T* = Tisch, *P* führt zur Luftpumpe. Übergang von Kathoden- auf Röntgenstrahlen durch Umhängen der Leitung von *B* auf *C*.

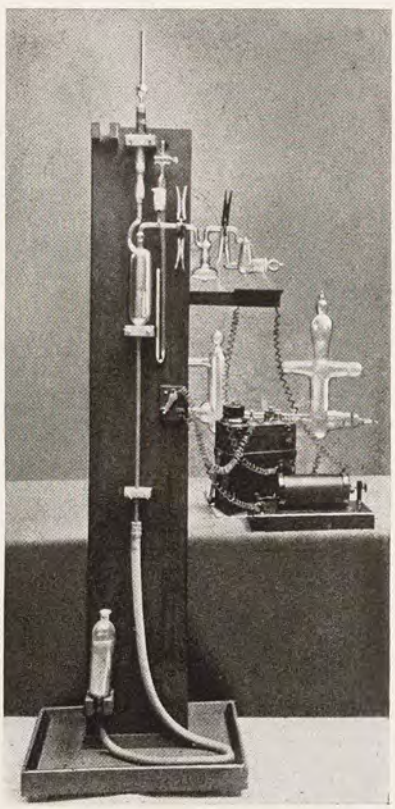

Abb. 34.

Apparatur für Kathodenstrahlen nach G. Riedl mit Luftpumpe nach Leiser Wojtaček.

Wege verfärbt wurden, leistet oft eine chemische Untersuchung gute Dienste; z. B. verfärben sich gefärbte himmelblaue Türkise in Ammoniak gelbgrün bis graugrün, während nichtbehandelte Türkise himmelblau bleiben, auch keine Farbstoffe an die Prüfungsflüssigkeiten abgeben, von denen noch mehrere in Betracht kommen. Sehr bekannt ist die Prüfung durch Ätztinte (Fluorwasserstoffsäure), bei deren Verwendung große Vorsicht geboten ist,

weil schwere Verätzungen auftreten können. Spiritus wird allgemein zum Reinigen verwendet, löst die Belaglacke meist auf, ebenso den Kitt der Dubletten. Dagegen soll man bei der Verwendung von Säuren vorsichtig sein, weil manche Steine (wie z. B. Opal, Chrysopras) doch auf Säuren reagieren.

BEWERTUNG DER EDELSTEINE.

Um ein ungefähres Bild davon zu geben, was für Werte in Frage kommen, wenn eine Irreführung mit Edelsteinen geübt wird, seien im folgenden Preise wiedergegeben, welche im Sommer 1925 z. B. in Idar im Edelsteinhandel galten. Freilich muß bemerkt werden, daß diese Preise in hohem Grade von der absoluten Schönheit der Steine abhängig sind und sich bei wechselnder Schönheit sehr stark ändern können. Zum Beispiel kann ein Brillant so schlecht sein, daß er überhaupt nur schwer verkäuflich ist, er kann aber auch leicht die für gute Ware geltenden Preise erreichen. Sehr wichtig ist bei Brillanten auch der Schliff; für Steine mit altem Schliff kommt ein ganz anderer Preis in Betracht, nämlich für jenes Gewicht, das voraussichtlich nach dem Umschleifen auf moderne Form erhalten wird, wovon noch die Schleifkosten in Abzug kommen. Die Unterschiede betragen zwischen der ersten Qualität und der mittleren Qualität oft das Vielfache des Preises. Da aber bei Täuschungen doch vorwiegend die besseren Qualitäten nachgeahmt werden, ist die Wiedergabe der Preistabelle für gute Ware gerechtfertigt. Auch die gegenwärtigen Marktpreise für künstliche (synthetische) Steine sind in einer Tabelle vereinigt.

Abb. 35.

Röntgenschattenbilder von Türkis und seinen Verfälschungen.

1 Persischer Türkis, 0·44 *mm* dick (an der stärksten Stelle). 2 Persischer Türkis, 0·50 *mm* dick (an der stärksten Stelle). 3 Wiener Türkis, 0·31 *mm* dick (flaches Stück). 4 Wiener Türkis 0·50 *mm* dick (an der stärksten Stelle). 5 Wiener Türkis 0·40 *mm* dick (an der stärksten Stelle). 6 Glasimitation, 0·24 *mm* dick (flaches Stück). 7 Persischer Türkis 0·53 *mm* dick (an der stärksten Stelle). 8 Blau gebeizter Chalcedon, 0·49 *mm* dick (an der stärksten Stelle). 9 Blau gebeizter Chalcedon, 0·31 *mm* dick (flaches Stück). 10 Mexikanischer Türkis, 0·32 *mm* dick (flaches Stück). 11 Mexikanischer Türkis, 0·28 *mm* dick (flaches Stück).

Die Preise der natürlichen Edelsteine sind in starkem Maße von dem Angebot und der Nachfrage abhängig und unterliegen auch sehr der Mode.

Wendet sich die Mode einem Farbsteine zu, so steigt der Preis oft in überraschender Weise. Nur am Diamantenmarkt besteht eine feste Organisation, welche jeweils das Angebot und die Nachfrage abstimmt, und bloß so viel auf den Markt läßt, als der Markt gern und willig aufnimmt. Die durch die Friedensverträge geänderten Verhältnisse scheinen sich in den letzten Monaten durch den Eintritt Morgans in ein neugebildetes Syndikat stabilisiert zu haben, das etwa 90% der Gesamtproduktion an Diamanten kontrolliert, worunter sich auch die neuen Vorkommen im Kongo, in Angola und die ehemals deutschen Vorkommen befinden.

Das Einheitsgewicht im Edelsteinhandel ist das Karat, nur ganz wenige billige Steine werden nach Grammen verkauft, etwa Amethyste. Das Karat entspricht 0·2 *g* und ist abzuleiten von dem Gewichte eines Samenkornes, das im Orient zur Gewichtsbestimmung von Edelsteinen seit vielen Jahrhunderten im Gebrauch ist. Wahrscheinlich ist es das Gewicht der Bohne in den Hülsen des Johannisbaumes (Ceratonia siliqua), arabisch Kharrub. Die Römer gebrauchten für das Johannisbrot die Bezeichnung: Siliqua graeca. Das römische Edelsteingewicht war die Siliqua. In Indien kommt noch eine Erbse, in anderen Gebieten eine Bohne in Betracht. Vor Einführung des sogenannten metrischen Karates, das 0·2 *g* genau entspricht und für die meisten Staaten gesetzlich vorgeschrieben wurde, hatte das Karat in den einzelnen Handelsplätzen schwankende Werte, die allerdings in der Nähe von 0·2 *g* lagen. Doch betrug bei 1000 Karat der Unterschied immerhin z. B. zwischen Livorno und Florenz 95 Karat. Geteilt wurde früher das Karat in 64 Teile; das Viertel des Karates ist ein Grän oder Gran, in Frankreich bildeten 144 Karat eine Unze. Das metrische Karat wird in Zehntel und Hundertel geteilt, die Umrechnung von Gramm auf Karat erfolgt durch Multiplikation mit fünf, die von Karat auf Gramm durch Division durch fünf.

PREISE FÜR NATÜRLICHE EDELSTEINE (SOMMER 1925).

Brillanten, kleine, per Karat 30—60 Stück, etwa		holländ. Gulden	200—300	das Karat
„ „ „ „	ca. 8—20	„ „ „	140—200	„ „
„	1/4 Karat	„ „ „	240—300	„ „
„	1/2 „	„ „ „	280—380	„ „
„	1 „	„ „ „	500—800	„ „
„	2 „	„ „ „	800	„ „
„	3–5 „	„ „ „	1000—2000	„ „
	größere noch teuerer.			
Smaragde, geringe, kleine und große, etwa		englische Schilling	10—100	das Karat
„ bessere, mittelgroße,		„ Pfund	20— 40	„ „
„ feine,		„ „ „	50—100	„ „
	ganz feine und große noch teuerer.			

Birmarubine, kleine,	etwa schw. Franken	15— 20	d. Karat,	je nach	Qual.	u.	Größe				
„ mittelgr.,	„ „ „	200— 400	„ „	„	„	„	„	„	„		
„ feine, größ.,	„ „ „	500—3000	„ „	„	„	„	„	„	„		
Birmasaphire, kleinere,	„ „ „	20— 100	„ „	„	„	„	„	„	„		
„ mitttelgr.,	„ „ „	100— 300	„ „	„	„	„	„	„	„		
„ feine, größ.,	„ „ „	bis 1500	„ „	„	„	„	„	„	„		
Ceylonsaphire, geringe,	etwa engl. Schilling	5—20	„ „	„	„	„	„	„	„		
„ mittlere,	„ „ Pfund	2— 5	„ „	„	„	„	„	„	„		
„ bessere,	„ „ „	6—15	„ „	„	„	„	„	„	„		
„ fein. u. große,	„ „ „	bis 50	„ „	„	„	„	„	„	„		
Australische Saphire	etwa Dollar	1—10	„ „	„	„	„	„	„	„		
Aquamarine, helle			etwa Dollar		0·25—1	das	Karat				
„ mittlere Ware			„ „		2—3	„	„				
„ bessere und feine			„ „		4—8	„	„				
Edeltopase			„ „		3—6	„	„				
Granaten (Ringgrößen)			„ „		0·15	„	„				
Grüne Turmaline			„ „		0·50—1	„	„				
Rosa Turmaline			„ „		2—4	„	„				
Gewöhnliche Topase			„ „		0·50—2	„	Gramm				
Amethyste			„ „		0·70—5	„	„				

PREISE FÜR GESCHLIFFENE KÜNSTLICHE KORUNDE (1925):

Weißer Saphir	per	Karat	Dollar	0·35
Blauer Saphir, Indienfarbe	„	„	„	0·40
Rubin, Birmafarbe	„	„	„	0·14
Gelber Saphir, Ceylonfarbe	„	„	„	0·30
Alexandritartiger Saphir	„	„	„	0·18
Saphir, Padparadschahfarbe	„	„	„	0·30
Gelber Saphir, Ceylonfarbe	„	„	„	0·30
Aquamarinfarbiger Saphir	„	„	„	0·70
Goldtopasfarbiger Saphir	„	„	„	0·30
Rosa Rubin	„	„	„	0·15
Purpursaphir	„	„	„	0·30
Grüner Saphir, Turmalinfarbe	„	„	„	0·40
Blauer Saphir, Ceylonfarbe	„	„	„	0·38
Rosa Saphir, Kunzitfarbe	„	„	„	0·30
Rubin, Siamfarbe	„	„	„	0·12
Saphir, Hyazinthfarbe	„	„	„	0.30
Spinellblauer Saphir	„	„	„	0·50
Gelber Saphir, Australienfarbe	„	„	„	0·30

III.

PERLEN, IHRE ENTSTEHUNG, ZÜCHTUNG, NACHAHMUNG UND VERFÄLSCHUNG.

1. ENTSTEHUNG UND AUFBAU DER PERLEN.

Perlen sind Gebilde, welche gewisse Weichtiere liefern, und die aus Schichten von Kalk und organischer Substanz bestehen; meist haben sie runde Formen. Wenn wir die Entstehung der Perlen verstehen wollen, müssen wir zunächst die Tiere betrachten, welche Perlen erzeugen und den inneren Aufbau dieser Tiere etwas studieren. Perlen können erzeugt werden von jenen Mollusken, welche eine Schale besitzen, die eine mit Perlmutter ausgekleidete Innenschichte aufweist. Es sind das unter den Muscheln hauptsächlich die Varietäten der Margaritifera margaritifera (Meleagrina, Avicula), die als Perlmuschel schlechtweg gilt. Es gibt eine ganze Reihe von Spielarten, so die M. m. persica im Persischen Golf, M. m. mazatlantica an den westamerikanischen Küsten, M. m. Martensi in den Japanischen Gewässern (Abb. 36), die wesentlich kleiner ist, als die meist bis zu 30 *cm* im Durchschnitt messende M. margaritifera und eine große Zahl anderer Varietäten. Von anderen Muscheln kommen hauptsächlich Arten der Gattungen Ostrea, Mytilus, Pinna in Betracht, von Schnecken Strombus gigas, der die rosaroten Perlen liefert. Das sind lauter marine Arten.

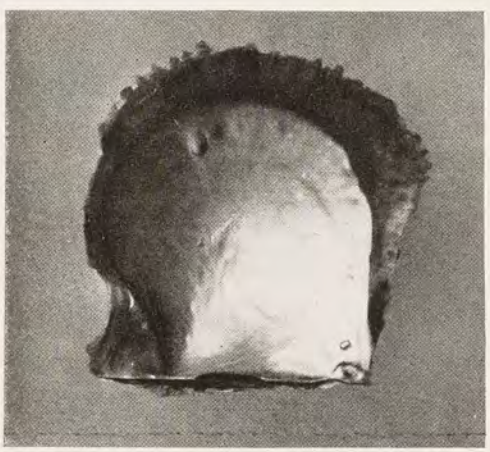

Abb. 36.
Margaritifera m. Martensi, Schale, Durchmesser etwa $7^1/_2$ *cm*.

Auch die süßen Gewässer beherbergen Perlmuscheln, darunter besonders die Margaritana margaritifera, bekannt in Mitteleuropa vornehmlich

aus den Gewässern Bayerns, der Oberpfalz, Oberfranken. Sie wurde seit Jahrhunderten gehegt, so daß zeitweise die Perlenproduktion ansehnlichen Umfang annahm und hervorragende Perlen geliefert wurden. Zurzeit ist Stillstand eingetreten. Neben Margaritana sind noch Arten der Gattungen Unio und Anodonta Perlenproduzenten. In China kommt die Süßwassermuschel Dipsas plicatus vor, die dort besonders benützt wird, um »eingeführte« Buddhabildchen mit einer Schichte von Perlmutter zu überziehen.

Alle die genannten und noch zahlreiche weitere Arten von Mollusken sind imstande, durch die äußere Haut des Mantels des im Inneren der Schale lebenden Tieres die Substanzen auszuscheiden, aus welchem die Schale besteht.

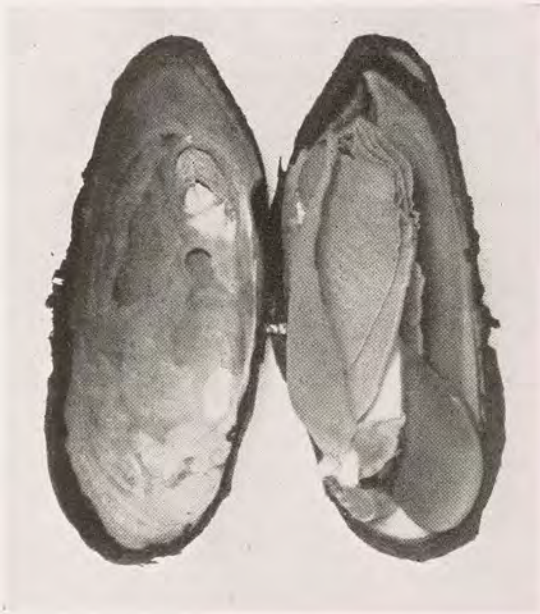

Abb. 37.
Flußperlmuschel (Margaritana), präpariert.

Abbildung 37 gibt einen Überblick über die Organisation des Weichkörpers einer Flußperlmuschel. Der dem Beschauer zugekehrte Mantellappen ist abgeschnitten worden, um die darunter liegenden Kiemen freizulegen. Der andere Mantellappen liegt der Schale an und zwischen den beiden Mantellappen und Kiemenpartien streckt das Tier den Fuß aus. Links unter dem Fuße ist ein durchschnittener Schließmuskel zu sehen, mit welchem das Tier die Schalen geschlossen hält. Die Ansatzstellen der Schließmuskeln sind auf der linken Schalenhälfte deutlich als Vertiefungen zu erkennen. Zwischen den Kiemenpartien liegen dann die weiteren Weichteile des Tieres, der Verdauungstrakt, das Blutgefäßsystem und die anderen lebenswichtigen Organe. Die äußeren Zellen der Mantelhaut (Ektoderm, ektodermale Zellen) sind es, die uns vornehmlich interessieren, weil sie befähigt sind, ein Sekret abzusondern, aus welchem sich die schalenbildenden Substanzen ausscheiden.

Das Tier baut sich seine Schale meist im wesentlichen aus folgenden Stoffen auf (Abb. 38). Zunächst scheidet sich aus einer Mantelfalte graubraungrüne organische Substanz (Konchyolin) aus, die als Periostracum

Abb. 38.
Schematischer Schnitt durch die Schale; von oben nach unten folgen Konchyolin, Prismenschichte, Perlmutterschichte mit zwischengeschalteter heller Schichte aufeinander.

bezeichnet wird und den äußeren Überzug der Schale bildet. Darauf folgt nach innen zu eine Schichte von kohlensaurem Kalk (Kalkspat oder Aragonit, je nach der Tiergattung) und organischer Substanz, dem Konchyolin, welche zufolge ihrer eigentümlichen Anordnung als Prismen senkrecht zur Schalenoberfläche Prismenschichte heißt. Darauf folgt dann meist eine aus dünnen Blättchen parallel der Schale bestehende Schichte von Aragonitblättchen mit Konchyolinsubstanz, die als Perlmutterschichte bezeichnet wird und der Träger des bezeichnenden Perlmutterglanzes ist. Der Aufbau der Schale kann sich durch Wiederholungen dieser Schichten komplizieren, es kann sich eine lichte Schichte dazwischen einschalten, aber im Wesen besteht jede Schale aus den genannten drei Schichten, die das Tier fortlaufend bei seinem Wachstum abscheidet. Wiederholungen von Konchyolin machen sich auf der Perlmutteroberfläche als grüne Flecken, »Ölflecken«, bemerkbar, die in Abbildung 39 zu sehen sind.

Der Perlmutterglanz ist nun keineswegs in einer Eigenfarbe der Aragonitblättchen gelegen, sondern kommt durch sogenannte Interferenz der Lichtstrahlen zustande, welche von der Oberfläche der aufeinanderfolgenden dünnsten Blättchen reflektiert werden. (Je eine Schichte von Aragonit und Konchyolin ist etwa 0·0004 bis 0·0006 *mm* dick.) Es sind das im Prinzipe dieselben Farben, die entstehen, wenn Petroleum in dünnsten Schichten über Wasser gelagert ist. Daneben

Abb. 39.
Ölflecken auf der Perlmutterschichte von Margaritana.

spielen eine wesentliche Rolle Farbenerscheinungen, wie sie bei der Beugung des Lichtes durch Gitter auftreten, bedingt durch eine zarte Zeichnung der Oberfläche. Diese beiden Kategorien von Erscheinungen, die Interferenz- und Beugungserscheinungen, verursachen das Farbenspiel, den Lüster und Glanz der Perlmutter.

Bei starker Vergrößerung ist der Aufbau der Perlmutter aus einzelnen Lagen von Aragonitlamellen durch eine feine Maserung (W. J. Schmidt) zu erkennen, die dadurch zustande kommt, daß die Lagen einander übergreifen. Man erkennt aus Abbildung 40 sofort die Analogie mit den Beugungsgittern.

Perlen sind nun nichts anderes als kugelig ausgebildete Schalen. Die einzelnen Schichten folgen konzentrisch von innen nach außen übereinander, wobei ein bunter Wechsel im Aufbau eintreten kann. Zerschnittene Perlen lassen die oben erwähnten Schichten erkennen, bisweilen besteht die Perle gänzlich aus Prismensubstanz oder Perlmuttersubstanz, meist wechselt das Material bunt ab. Maßgebend für die Schönheit ist natürlich die Beschaffenheit der äußersten Schichte. Abbildung 41 gibt eine Flußperle wieder, von der ein Dünnschliff gemacht wurde. Die Perle besteht aus einem Kern von Konchyolinsubstanz und darum angeord-

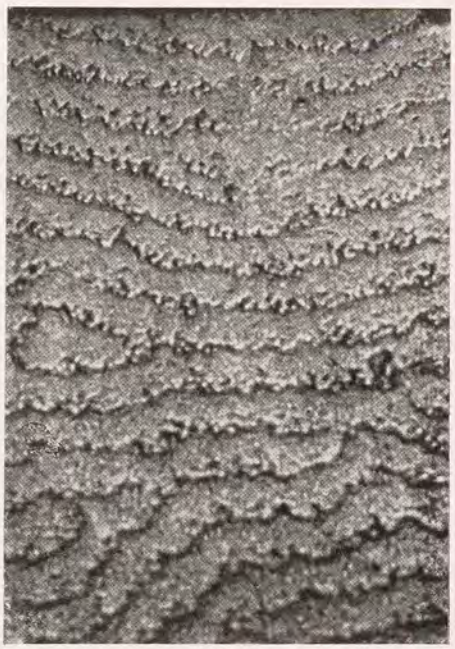

Abb. 40.
Wachstumsmaserung auf der Oberfläche der Perlmutter von Margaritifera margaritifera. (Vergr. 170.)

Abb. 41.
Dünnschliffbild einer Süßwasserperle, die aus Konchyolin und Prismensubstanz aufgebaut ist. (Vergr. 25.)

neter Prismensubstanz, die letzte Hülle von Perlmuttersubstanz fehlt. Eine solche Perle erscheint matt und glanzlos, porzellanartig. Zu Abbildung 42 ist gleichfalls eine Flußperle als Dünnschliff photographiert worden. Die Hülle von Perlmuttersubstanz ist in diesem Falle sehr dünn, genügt aber, um ein Farbenspiel und den bezeichnenden Glanz einer Perle hervorzurufen.

Die Oberfläche einer solchen Flußperle (wie auch der marinen Perlen) zeigt die gleiche Maserung (Abb. 43), wie wir sie in Abbildung 40 für die Oberfläche von Perlmutter kennengelernt haben. Es ist dies ein untrügliches Merkmal echter Perlen (vgl. S. 91).

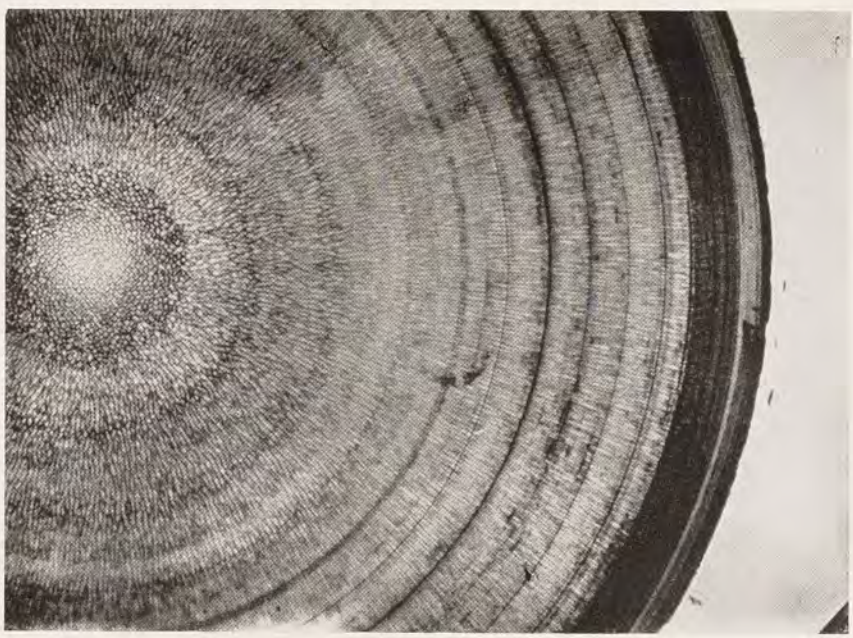

Abb. 42.
Dünnschliffbild einer Süßwasserperle, die aus Konchyolin, Prismenschichte und Perlmutterhülle aufgebaut ist. (Vergrößerung 36.)

Von großem Einfluß auf den Wert einer Perle ist ihre Form. Am meisten geschätzt sind die völlig kugelrunden Perlen, die allerdings nur selten gefunden werden. Auch schöne Tropfen, Birnen, sind gesucht. Am geringsten werden die Perlen mit willkürlich wechselnder Form bewertet, die als Kropfperlen oder Barockperlen oder in größeren Exemplaren als Monsterperlen bekannt sind und von denen Abbildung 44 eine Vorstellung gibt.

Wie entstehen nun Perlen? Darauf gibt es mehrere Antworten. Jede Schalenverletzung wird ausgeheilt, indem die äußerste Schichte des Mantels

Abb. 43.
Wachstumsmaserung auf der Oberfläche einer Süßwasserperle, aus Margaritana margaritifera. (Vergrößerung 420.)

die beschriebenen Schichten ausscheidet. Dabei können Auswüchse entstehen, die oft als Schalenperlen bezeichnet werden, die wir aber nicht Perlen nennen wollen. Vielmehr wollen wir diesen Namen beschränken auf frei im Tiere gebildete kugelige Gebilde. Fremdkörper, die zufällig in das Tier gelangen oder absichtlich entweder durch Anbohren der Schale von außen oder durch Öffnen der Schalen in das Innere eingebracht werden, können sich gleichfalls mit Perlmuttersubstanz überziehen, welche das Ektoderm des Mantels ausscheidet, und liefern dann bisweilen freie Perlen. Meist werden aber diese Gebilde durch die abgeschiedene Perlmutterschichte an die Schale gelötet, so daß auch wieder nur Auswüchse der Schale entstehen. Bekannt sind die in China massenhaft erzeugten Buddhabildchen, welche in das Schaleninnere eingeführt werden, worauf sie durch Perlmuttersubstanz an der Schale befestigt und überzogen werden, vgl. Abb. 45.

Abb. 44.
Barockperle.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde die sogenannte Parasitentheorie aufgestellt. Es sollen die geschwänzten Larven von Saugwürmern in die

Muscheln eindringen und dort die Veranlassung zur Perlbildung sein. Dubois hat die Perlen, wenn das immer richtig wäre, als »glänzenden Sarkophag eines Wurmes« bezeichnet; aber so sicher die Bildung von Perlen manchmal auf diese Ursache zurückgeführt werden muß, so wenig gilt diese Annahme für alle Fälle der Perlbildung. (Die Saugwürmer zeigen verschiedene Entwicklungsstadien, und diese verschiedenen Stadien finden sich weiter in verschiedenen Wirten. Jedes Stadium, das durch eine eigene Larve oder eine andere Form gegeben erscheint, lebt in einem andern Wirttiere.)

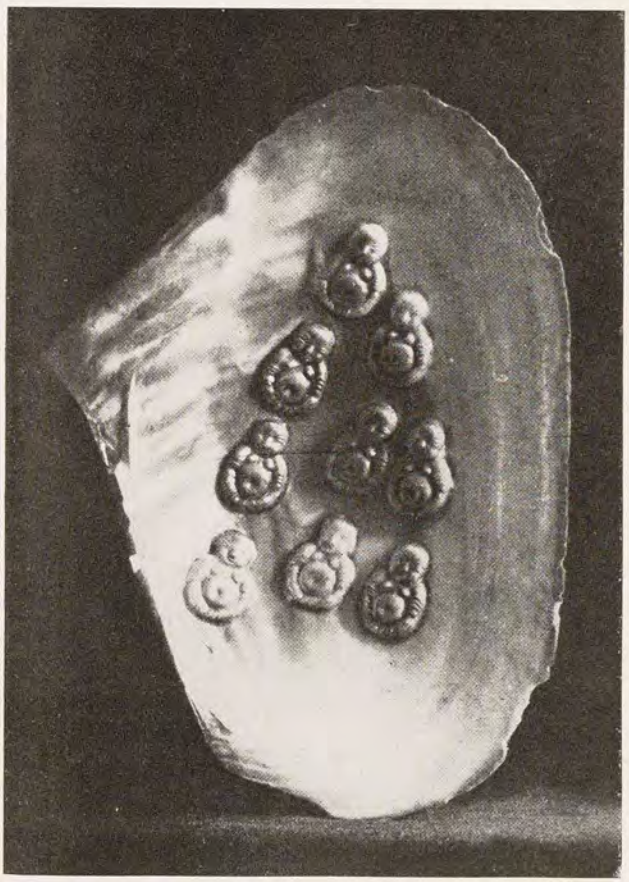

Abb. 45.

Buddhabildchen, mit Perlmuttersubstanz überzogen, auf der Schale von Dipsas plicatus (aus der ethnogr. Sammlung des Naturhist. Museums in Wien).

Nach neuen Arbeiten, die hauptsächlich im Marburger Zoologischen Universitätsinstitute gemacht wurden, findet eine Perlbildung auch ohne äußeren Reiz statt, wenn gewisse gelbe Körperchen, die im Stoffwechsel der Muschel ausgeschieden werden, von dem Ektoderm, der äußersten Schichte des Mantels, umschlossen werden und dann »von solchen Ektodermzellen umschlossen« in das Innere des Mantels gelangen. Es entsteht so ein »Perlsack«, in dessen Hohlraum das gelbe Körperchen liegt, welches oft als Kern der Perle zu finden ist.

Der Perlsack ist im Innern ausgekleidet mit einer Schichte jener ektodermalen Zellen, die das Sekret für die Schalenbildung ausscheiden. Die Abbildungen 46 und 47 geben ein gutes Bild solcher Perlensäcke. Ab-

bildung 46 (nach J. Meisenheimer, Naturwiss. Wochenschr., Jena 1907) zeigt einen geschlossenen Perlsack im Bindegewebe des Mantels, die Abbildung 47 (nach F. Alverdes, Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 1913, 105) einen nach außen offenen Perlsack, dessen Wandzellen sich mit den ektodermalen Zellen des Mantels vereinigen. Der Kern der in diesem Perlsacke gebildeten Perle ist ein Milbenei.

Jede freie Perle entsteht übrigens in einem Perlsacke, der in seinem Inneren mit Ektodermzellen ausgekleidet ist. Das ist eine unbedingte Notwendigkeit, weil nur diese Kategorie von Zellen imstande ist, die Substanzen auszuscheiden, aus denen sich die Perle aufbaut. Ob nun die Perlbildung durch Verletzung oder durch Fremdkörper oder durch Parasiten oder gelbe Körperchen ausgelöst wird, immer müssen solche Ektodermzellen mitwirken.

Es ist deshalb von größtem wissenschaftlichen Interesse gewesen, daß es im Jahre 1913 dem deutschen Zoologen Alverdes gelang, durch operativ in das Innere des Mantels mit Hilfe einer Injektionsspritze verlagerte Ektodermzellen Perlbildung künstlich zu erregen (vgl. S. 68). Es sind immer die verlagerten Ektodermzellen, welche Perlsäcke bilden.

Die chemische Zusammensetzung der Perlen, ihr spezifisches Gewicht, ihre Farbe und sonstigen Eigenschaften wechseln mit der Art, in der sie gebildet werden, wohl auch mit den klimatischen Verhältnissen, mit der Lage im Tiere. Im Durchschnitt sind etwa 90% $CaCO_3$, 4—6% organische Substanz, 2—4% Wasser in der Perle vorhanden; das spezifische Gewicht liegt etwa bei 2·65 bis 2·76. Es schwankt außerordentlich, je nach dem Aufbau der Perle.

2. MASSNAHMEN ZUR VERMEHRUNG DER MUSCHELBESTÄNDE UND DER PERLBILDUNG UND DIE ZÜCHTUNG VON PERLEN.

Seit den ältesten Zeiten hat der Mensch es versucht, den Prozeß der Perlbildung zu beeinflussen. Die Wege, die man gewählt hat, sind sehr verschieden; zunächst hat man sich bemüht, eine Vermehrung der Exemplare der Muscheln herbeizuführen, und hat eine ganze Reihe von Vorsorgen getroffen, die dies ermöglichen sollen. Man hat nicht nur die Perlbänke fortlaufend auf ihre Bestände kontrolliert und nur jene zur Fischerei freigegeben, welche entsprechend alte Muscheln aufwiesen, sondern man hat sich auch bemüht, alle jene Muscheln am Leben zu erhalten, welche keine Perlen enthalten. Dies ist durch Untersuchung mit Röntgenstrahlen ermöglicht worden, welche R. Dubois (Annal. de l'Univers. de Lyon, 1909, Perles fines, S. 43)

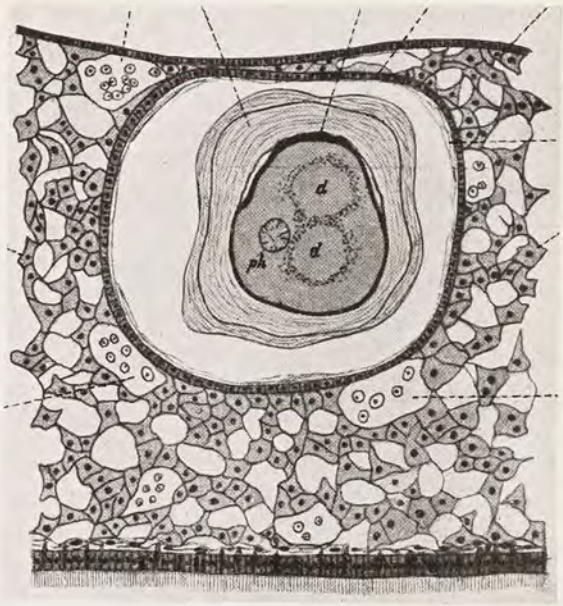

Abb. 46.

Schnitt durch eine entkalkte Perle im Mantel von Mytilus; als Kern ein enzystierter Parasit nachweisbar; *d* = Darm des Parasiten (nach Jameson und Meisenheimer).

als ein geeignetes Mittel erkannt hatte. Auf Grund seiner Erfahrungen ist eine Station zur Röntgenuntersuchung für Muscheln auf der Insel Ipantivu bei Ceylon errichtet worden, in der die gefischten Muscheln einer Röntgenbestrahlung unterworfen werden. Im negativen Falle werden sie wieder ins Meer zurückgebracht. Abb. 48 zeigt das Schattenbild einer Perlmuschel mit einer Reihe von Perlen, welche bei dünnschaligen Muscheln sich als dunkle Punkte abbilden. Man hat weiters eine ganze Reihe von Vorsorgen getroffen, um die jungen Muscheln vor der Gefahr des Verschüttetwerdens durch Sand zu bewahren. Häufig hat man die Beobachtung gemacht, daß während der Zeit des Südwest-Monsuns die Brut ganzer Bänke auf Ceylon verschüttet wurde. Man hat dieser Gefahr dadurch zu begegnen gesucht, daß man große Mengen von Kalksteinen auf den Grund des Meeres versenkte, um den jungen Muscheln Gelegenheit zu geben, sich an diesen festen Gesteinen ansetzen zu können. Ebenso hat man sich bemüht, die Ernährungsverhältnisse der Muscheln nach Möglichkeit zu verbessern, indem man die Korallenriffe lichtete, welche ein starker Konkurrent für die Muscheln in der Nahrungswegnahme sind. Auch die Feinde der Muscheln hat man bis auf jene, welche die zur Perlbildung Anlaß gebenden Parasiten tragen, von den Perlbänken ferngehalten und derart die Lebensbedingungen der Muscheln nach Möglichkeit verbessert. Das beste Bei-

Abb. 47.

Unio, Milbenei als Perlkern; nach F. Alverdes. (Vergrößerung 100.)

spiel für eine großzügig durchgeführte Aktion in dieser Richtung liefert die Perlenfischerei von Ceylon, wo um die Wende des Jahrhunderts die Muschelbänke fast gar kein Erträgnis mehr zeigten und die Regierung Professor Herdman nach Ceylon berief, der mit seinem Assistenten J. Hornell 1902 die Arbeiten auf Ceylon aufnahm, sich durch längere Zeit intensiv mit dem Studium der Lebensverhältnisse der Muscheln beschäftigte und seine Erfahrungen sowie die seiner Mitarbeiter in einem fünfbändigen Standardwerke niederlegte. Herdman schlug eine ganze Reihe von Maßnahmen vor, welche auch bereits im Jahre 1906 zu einem reichen Erträgnis der Perlfischerei führten.

Das sicherste Mittel, eine große Anzahl von Perlmuscheln zur Fischerei zur Verfügung zu haben, ist natürlich die Zucht der Muscheln in eigenen Farmen, wie sie z. B. in Japan und in Kalifornien in größerem Stile betrieben wird. Der japanische Perlenzüchter Mikimoto, mit dem wir uns in den folgenden Abschnitten öfters beschäftigen werden, hat im Jahre 1890 über Anraten des Professors Mitsukuri von der Universität Tokio, welcher ihn auf das drohende Aussterben der Muscheln in den japanischen Gewässern aufmerksam machte, zunächst die Anfzucht der Muscheln in der Bucht von Ago eingeleitet. Er hat eine eigene Generation von Taucherinnen herangezogen, welche vorerst die junge Brut der Muscheln in den Monaten Juli und August dadurch schützen, daß reichlich Steine und Bambusreusen auf den Grund des Meeres gebracht werden, an denen sich die Muscheln festsetzen können. Nach einigen Monaten werden die Muscheln gesammelt und kommen in eigene Behälter, in denen sie unter steter Aufsicht gehalten werden können. Sie bleiben hier bis zu ihrem dritten Lebensjahre und bilden dann das Material für jene Operationen, von denen gleich zu sprechen sein wird.

Abb. 48.
Röntgenschattenbild einer Perlmuschel von Ceylon (nach R. Dubois).

Ähnliche Farmen finden sich noch in Kalifornien, wo Herr Gaston J. Vives in der Umgebung von La Paz Perlenfarmen angelegt hat, auf

die im vergangenen Jahre allerdings ein Überfall verübt worden sein soll, wodurch der weitere Betrieb unmöglich geworden sei.

Auch die Süßwassermuscheln hat man vielfach in eigenen Farmen gezogen und in der letzten Zeit hat sich namentlich Professor G. Riedl in Perlenbächen Oberösterreichs solche Muschelzuchten angelegt.

Große industrielle Bedeutung hat diese Muschelzucht in Nordamerika erlangt, wo große Quantitäten zur Erzeugung von Perlmuttergegenständen benötigt werden. Es wird dort im größten Stile die künstliche Übertragung der jungen Muscheln, der sogenanten Glochidien, aus den Muscheln auf die Kiemen der Fische, auf denen sie einige Zeit schmarotzen, durchgeführt. So wurden im Jahre 1920 etwa 180 Millionen Glochidien auf Fischen in die Flüsse gebracht, jeder Fisch trug etwa 1000 bis 2000 Glochidien und der für 1000 Glochidien benötigte Aufwand betrug 6 Cents.

Man hat sich auch praktisch damit beschäftigt, durch Vermehrung der Parasiten, welche in vielen Fällen, wie wir gesehen haben, Anlaß zur Perlbildung bilden können, eine Erhöhung der Zahl der gefischten Perlen herbeizuführen, doch scheint der Effekt aller dieser Maßnahmen nicht groß zu sein.

Dagegen hat man sich seit langer Zeit mit großem Erfolge verschiedener Handgriffe bedient, um durch Einführung von Fremdkörpern in den Mantel-Schalenraum der Muschel Perlen zu erhalten, die allerdings niemals runde Perlen waren, sondern in die Kategorie der Schalenauswüchse gehören. Es wird der Fremdkörper durch die Sekretion an die Schale angelötet und derart ein Auswuchs gebildet, der aus der Schale herausgeschnitten und sodann mit Perlmutter zu einer mehr oder weniger vollkommenen Kugel ergänzt werden kann. Besonders in China wird diese Methode seit dem 14. Jahrhundert an Muscheln der Gattung Dipsas plicatus geübt, und allgemein bekannt sind die Schalen, an denen mit Perlmutter überzogene kleine Buddhabildchen haften. Diese meist aus Metall gegossenen Buddhabildchen werden im Frühjahr in die Muschel eingeführt und im Herbst mit Perlmutter überzogen herausgenommen (Abb. 45). Eine solche Muschel kann eine große Anzahl von Schalenauswüchsen beherbergen, welche dann zu Kugeln ergänzt werden können. Der berühmte Naturforscher Linné hat gleichfalls über ein Verfahren verfügt, durch Einführung von Fremdkörpern Perlen zu erzeugen, doch ist nie mit völliger Sicherheit bekanntgeworden, ob er Erfolge erzielt hat oder nicht. Er soll kleine Kügelchen von Kalkstein durch ein Loch in der Schale an einem Silberdraht eingeführt haben, welche sodann mit Perlmuttersubstanz umhüllt wurden.

Der schon erwähnte Perlenzüchter Mikimoto hat die chinesische Methode der Erzeugung von halbkugelförmigen Schalenauswüchsen auf seinen

Farmen in Japan eingeführt und bringt seit den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die sogenannten »Japanperlen« in den Handel. Mit einem Spezialzement wird eine Halbkugel aus Perlmutter an die Schale angekittet und dort mit Perlmuttersubstanz überzogen. Einen solchen künstlich erzeugten Perlenauswuchs zeigt die Abbildung 49. Wenn dieser Auswuchs aus der Schale herausgeschnitten wird, kann er durch einen Unterteil aus Perlmutter zu einer Kugel ergänzt werden und dieses Gebilde, dessen Aufbau aus Abbildung 50 zu entnehmen ist, kommt als Japanperle in den Handel. Verwendet werden die dreijährigen Muscheln, über deren Aufzucht schon berichtet wurde. Bei entsprechender Vorsicht ist es auch möglich, aus zwei solchen japanischen Halbperlen eine runde Perle zu erzeugen, welche sich aber leicht als aus zwei Teilen bestehend dadurch zu erkennen gibt, daß die für die Oberfläche eines solchen Schalenauswuchses bezeichnende Maserung an der Trennungslinie unvermittelt absetzt und dort eine nicht dazu passende Maserung des zweiten Teiles beginnt. Im übrigen zeigt aber die »Japanperle« durchaus die für Perlen bezeichnende Maserung auf der einen Hälfte (Abb. 51).

Abb. 49.
Japanhalbperle an der Schale.

Alle diese Bemühungen führten aber nicht dazu, daß runde, vollkommen mit Perlmuttersubstanz umhüllte Perlen entstanden. Erst als auf wissenschaftlicher Grundlage die Züchtung von Perlen in Angriff genommen wurde, gelang es, Vollperlen zu züchten. Wie schon ausgeführt wurde, ist die letzte

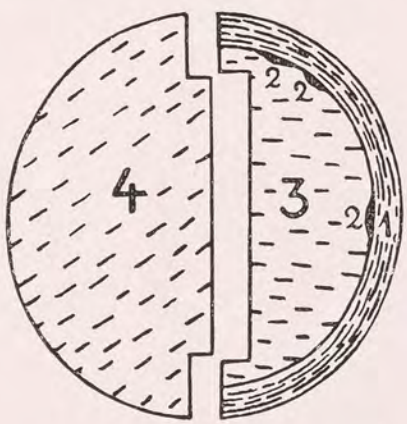

Abb. 50.
Schematischer Schnitt durch eine Japanhalbperle.
1 Perlmutterhülle, 2 Konchyolinfetzen, 3 eingeführter halbkugeliger Kern, 4 ergänzter Unterteil.

Abb. 51.
Oberflächenzeichnung einer japanischen Halbperle. (Vergrößerung 150.)

Ursache der Perlbildung die Verlagerung von ektodermalen Zellen, welche die Schalensubstanz abzusondern vermögen, in das Bindegewebe des Mantels, in welchem sie einen Perlsack bilden können. Der deutsche Zoologe F. Alverdes hat im Jahre 1912 (Zoolog. Anzeiger, 1913, 42) auf Grund dieser von ihm mit aller Schärfe verfochtenen Ansicht an Süßwassermuscheln eines Baches des Spessarts Versuche gemacht, welche eine volle Bestätigung dieser Erkenntnis brachten. Er hat Zellen des äußeren Mantelepithels mit einer Injektionsspritze in das Bindegewebe des Mantels verlagert und in Zeiträumen von wenigen Tagen bis etwa 30 Wochen nach erfolgter Injektion die Tiere getötet und den erzielten Effekt durch mikroskopische Untersuchung kontrolliert. Bereits nach fünf Tagen zeigte sich bei einer Anzahl von Muscheln, daß die injizierten Epithelzellen einen Perlsack gebildet hatten und daß die Epithelzellen im Perlsack die gleichen Sekrete ausschieden, welche sie vor der Injektion gebildet hatten. Die Epithelzellen vermehren sich sehr rasch und umkleiden bald eine in sich geschlossene Blase, einen Perlsack. Die Abbildungen 52 und 53 zeigen deutlich die Verhältnisse, wie sie Alverdes bei seinen Präparaten gesehen hat. Besonders interessant ist die Abbildung 53.

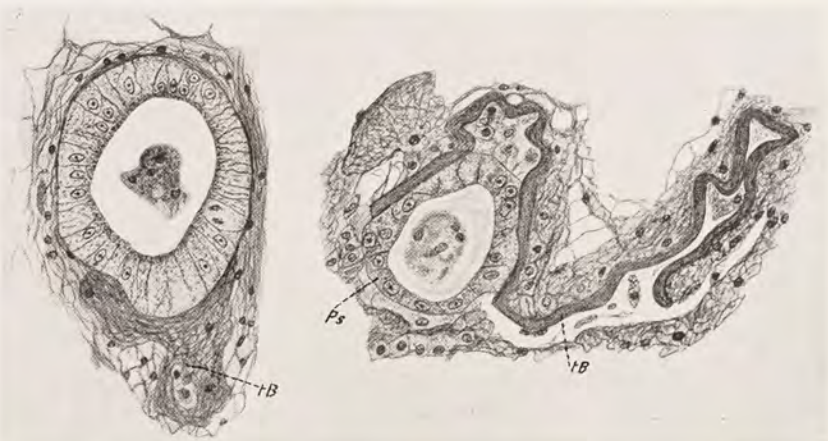

Abb. 52.

Links: Unio, $7^1/_2$ Wochen nach der Injektion: fertiger Perlsack, im Inneren Gewebsreste, Sekretion von Perlmutter ist noch nicht erfolgt. Nach Professor F. Alverdes, Vergrößerung 220, *tB* = transplantiertes Bindegewebe.

Rechts: Unio, 6 Wochen nach der Injektion: junge Perle, injiziertes Bindegewebe scharf umrandet und geschrumpft. Nach Professor F. Alverdes, Vergrößerung 300, *Ps* = Perlsack, *tB* = transplantiertes Bindegewebe.

Der Perlsack ist hier noch nicht völlig geschlossen, doch hat bereits die Sekretion von Perlmutter überall dort begonnen, wo sich Epithelzellen finden. Da Alverdes nur mit älteren Muscheln arbeitete, erfolgte stets nur die Sekretion von Perlmutter. In einer Arbeit aus dem Jahre 1912 (Zeitschr. f. wiss. Zool., 105. Bd., 1913) hat bereits Alverdes vorgeschlagen, die Injektion von ektodermalen Zellen derart vorzunehmen, daß man ein Kügelchen etwa von der Größe eines Parasiteneies mit in den künstlich zu erzeugenden Perlsack einbringt. Alverdes hat etwa 50 Perlen auf diese Weise erhalten, von denen die größte etwa 1 *mm* im Durchmesser maß und ein halbes Jahr alt war. (Naturwiss. Wochenschr., 1. August 1920.)

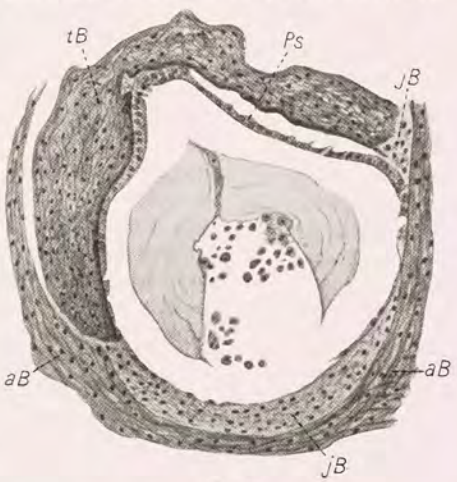

Abb. 53.

Anodonta, 5 Tage nach der Injektion; im Entstehen begriffener Perlsack, das injizierte Bindegewebe dunkel umrandet, das ihm aufsitzende Epithel *Ps* ist im Begriffe, sich über die Wand des Hohlraumes auszubreiten. Soweit es sich bereits erstreckt, ist Sekretion von Perlmutter erfolgt. Nach Prof. F. Alverdes, Vergrößerung 100, *tB* = transplantiertes, *jB* = junges, *aB* = autochthones Bindegewebe.

Nach diesen Erfolgen von Alverdes hatten Versuche, welche auf den Farmen Mikimotos seit Dezennien angestellt worden waren, gleichfalls zu einem praktischen Ergebnis geführt. Im Jahre 1921 kamen gezüchtete, komplette Perlen aus Japan nach London, und der erste wissenschaftliche Bericht über diese Perlen, den H. L. Jameson erstattete, enthielt die Nachricht, daß ihm am 30. Mai 1914 der wissenschaftliche Mitarbeiter Mikimotos, namens Ikeda, brieflich die Mitteilung gemacht habe, wonach im Herbste 1913 die erste vollkommen gelungene Perle durch Züchtung auf den Farmen Mikimotos erhalten worden sei. Dieser erste Bericht enthielt bereits eine Beschreibung des Verfahrens, und es ist seitdem nicht viel mehr über die Methoden bekannt geworden, nach denen die Perlen in Japan gezüchtet werden.

An den dreijährigen Tieren wird folgende Operation vorgenommen. Von einer Muschel, welche eine schöne Schale gebildet hat, werden jene Teile des äußeren Mantelepithels abgezogen, die gute Perlmutter auf der Schale abzusondern imstande waren. In diese abgezogenen Hautstücke werden kleine Perlmutterkügelchen so eingebunden, daß die sekretierende Seite der Epithelzellen gegen die Perlmutterkugel zu gelegen ist. Dadurch ist also ein Perlsack gebildet worden, der bereits eine Perlmutterkugel als

Kern besitzt. Dieser Perlsack wird einer zweiten Muschel operativ in den Mantel eingefügt und heilt dort in vielen Fällen anstandslos ein. Die Operation darf nicht mit metallenen Instrumenten erfolgen, operiert wird mit Bambusstäbchen, welche Perlmutterschneiden tragen. Die Wunde wird mit einer speziellen antiseptischen Flüssigkeit behandelt. Es ist also im Prinzip das Verfahren von Alverdes angewendet, es erfolgt eine Transplantation von Epithelzellen in das Bindegewebe des Mantels eines andern Tieres. Es ist klar, daß eine derartige Operation große persönliche Geschicklichkeit voraussetzt und daß der Erfolg keineswegs sicher vorausgesehen werden kann.

Abb. 54.
Station in der Gokasho-Bay.

Die operierten Tiere werden in der Bay von Gokasho in ganz eigenartiger Weise durch mehrere Jahre, durchschnittlich sieben Jahre, unter den denkbar günstigsten Lebensverhältnissen gehalten, um das Zustandekommen möglichst guter Perlen in den künstlich angelegten Perlsäcken zu gewährleisten. Ein Übersichtsbild der Station gibt die Abbildung 54. Die Muscheln werden in vergitterte Behälter eingelegt, deren jeder etwa 100—140 Muscheln trägt und die an Drähten auf Flößen im Meerwasser aufgehängt werden. Die einzelnen Flöße, deren eines in Abbildung 55 wiedergegeben ist, werden zu Floßgruppen zusammengestellt, und diese Art der Unterbringung der Muscheln gewährt eine große Reihe von Vorteilen. Abbildung 56

zeigt eine solche Floßgruppe, die aus zwölf Flößen besteht und 720 Behälter mit etwa 80.000 Muscheln trägt. Die Taucherinnen (Abb. 57) kontrollieren fortlaufend diese Behälter, welche zweimal jährlich einer genauen Durchsicht unterzogen werden, wobei auch der Anstrich erneuert wird. Die Feinde der Muscheln, große Raubfische, Tintenfische, Krabben, werden derart von den Muscheln ferngehalten, wenn auch kleinere Tiere den Muscheln Schaden zufügen können. Die größte Gefahr für die Muscheln in den japanischen Gewässern ist jedoch die rote Strömung, welche dadurch zustande kommt, daß eine Rotalge aus der Gattung der Peridineen, Gonyaulax polygramma, von Zeit zu Zeit in solchen Massen auftritt, daß breite rote Streifen im Meere entstehen, welche zu einer Erstickung der

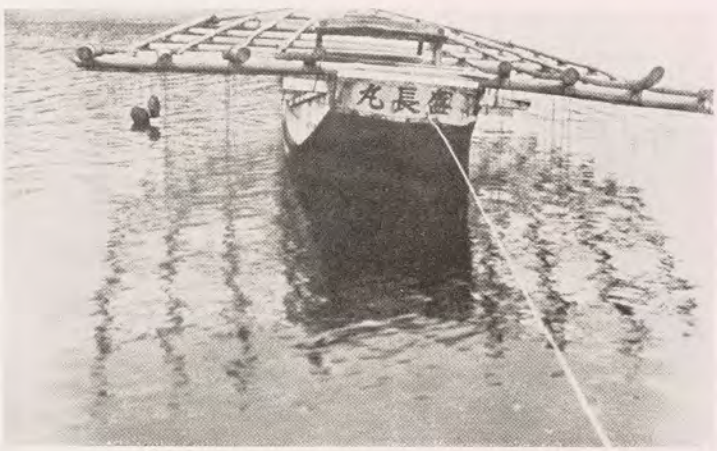

Abb. 55.
Floß mit Gitterbehältern.

Tiere führen, indem sich die Algen in den Kiemen festsetzen. Man kennt nun die Teile der Bucht von Gokasho, welche von dieser roten Strömung nicht heimgesucht werden, und kann beim Auftreten der roten Strömung mit Motorbooten die Flöße mit den Muscheln in diese geschützten Teile der Bucht bringen. Solche Ortsveränderungen werden auch vorgenommen, wenn die Ernährungsverhältnisse für die Muscheln ungünstiger werden, und ebenso kann man die plötzlichen Temperaturschwankungen durch Verschiebung der Flöße und verschieden tiefes Einstellen der Kästen im Meere ausgleichen.

Auf dieser Farm Mikimotos werden jährlich etwa eine Million Muscheln operiert, von denen angeblich in manchen Jahren nur etwa 50.000 (nach Ablauf des Zeitraumes von sieben Jahren) Perlen liefern. Es ist keineswegs die Züchtung von Perlen zu vergleichen mit der Herstellung künstlicher

Edelsteine oder dem Dublieren von Waren, wie schon aus dieser verhältnismäßig niedrigen Ziffer hervorgeht. Es spielen eben die biologischen Verhältnisse eine überwiegende Rolle und wirken sich auch in der Richtung aus, daß von den entstehenden Perlen wiederum nur ein verhältnismäßig geringer Prozentsatz erstklassig ist, so daß die schöne gezüchtete Perle immer auch einen Seltenheitswert besitzt.

Außer den Farmen in der Bucht von Ago und Gokasho besitzt Mikimoto noch solche auf den Riu-Kiu-Inseln zwischen Japan und Formosa, auf denen er die Aufzucht einer großen Meleagrina betreibt, die bei Oshima

Abb. 56.
Floßgruppe in der Gokasho-Bay.

bisher die großen japanischen Halbperlen lieferte. In einer zweiten Farm bei Yaeyama wird die Züchtung von Vollperlen in dieser großen Meleagrina in Angriff genommen. Auf den Palau-Inseln hat Mikimoto weitere Farmen angelegt und züchtet hier eine tropische Meleagrina.

Professor Molisch der Wiener Universität hat in den letzten drei Jahren an der kaiserlichen Universität in Sendai in Japan gewirkt und Herrn Mikimoto veranlaßt, eine Anzahl von Muscheln samt Perlen an das Naturhistorische Museum in Wien zu übersenden. Abbildung 58 zeigt eine geöffnete Muschel, in der an der inneren Seite des unteren Mantels zwei Perlen ersichtlich sind, von denen eine ihre Entstehung der Transplantation

des Perlsackes verdankt. Abbildung 59 zeigt vier von Mikimoto gezüchtete Perlen, von denen die linke untere eine kleine aufgesetzte Warze besitzt. Diese Warze entsteht manchmal dort, wo der künstlich angelegte Perlsack abgebunden wird. Wenn auch die Abbindung später gelöst wird, entsteht doch manchmal an dieser Stelle eine kleine Erhöhung, ein sicheres Kennzeichen für die gezüchtete Perle. Doch haben nur die ersten gezüchteten Perlen derartige Merkmale besessen. Die in der jüngsten Zeit in den Handel gekommenen Perlen zeigen diese Erhöhung nicht mehr. Jährlich werden, wie bemerkt, etwa eine Million Muscheln operiert, ohne daß man mit Sicherheit angeben könnte, welchen Ertrag diese Muscheln in sieben Jahren

Abb. 57.
Taucherinnen beim Aufsuchen der jungen Brut.

liefern werden. Selbstverständlich entstehen in dieser Million Muscheln auch eine gewisse Anzahl von Perlen neben den gezüchteten als zufällige Perlen.

Die Perlen variieren ziemlich stark in Form, Größe und Schönheit des Glanzes und der Farbe. Es ist Sache der persönlichen Geschicklichkeit des Operateurs, jenes Stückchen von Epithel zu wählen, welches voraussichtlich gute Perlen bilden wird. Auch die Auswahl des Kernes obliegt dem Operateur. Da die Schönheit der Oberfläche einer Perle ausschließlich von dem Aufbau der äußersten Schichten abhängt, ist die Feststellung von Interesse, daß diese Schichten bei der gezüchteten Perle prinzipiell von der gleichen Beschaffenheit sind, wie bei der zufälligen Perle. Beide Arten haben die charakteristische Oberflächenzeichnung (vgl. S. 60 u. 91).

Abb. 58.
Muschel aus der Farm Mikimotos mit 2 Perlen.

Die Qualität der gezüchteten Perle ist in hohem Maße davon abhängig, wie dick die Hülle ist, welche sich nach der Operation um den Perlmutterkern bildet. Ist diese Hülle sehr dünn, so sieht man manchmal schon mit freiem Auge auf dem Perlmutterkern abgeschiedene Konchyolinfetzen, welche eine ins Bleigraue spielende Farbe der Perlen bedingen. Derartige Perlen kommen zwar nicht aus den Perlen Mikimotos, dagegen aus anderen Perlfarmen in den Handel und schädigen stark den Ruf der gezüchteten Perle.

Die Größe der gezüchteten Perlen schwankt im allgemeinen zwischen 1 1/2 und 4 Grän, sehr selten werden Perlen zwischen 4 und 6 Grän erhalten, solche zwischen 6 und 12 Grän sind größte Seltenheiten. Auf den Farmen der Riu-Kiu-Inseln werden aber Perlen zwischen 10 und 20 Grän gezüchtet, ja sogar eine Perle zu 30 Grän wurde bereits erhalten.

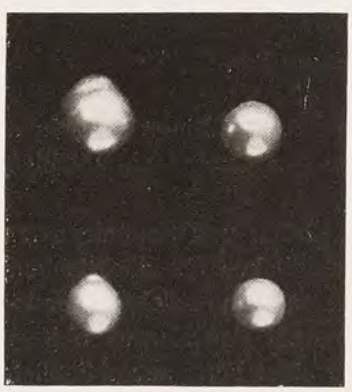

Abb. 59.
Gezüchtete Perlen aus den Farmen Mikimotos. (Etwas vergrößert.)

Die Abbildung 60 zeigt einen Dünnschliff durch eine gezüchtete Perle, aus dem ersichtlich ist, daß die Hülle nicht gleichmäßig stark sich um den Kern abscheidet. Über das Gewichtsverhältnis zwischen Kern und Hülle sind in einem folgenden Kapitel Angaben gemacht. Im allgemeinen täuscht man sich leicht und schreibt dem Kerne einen viel größeren Anteil am Gewichte zu, als ihm in Wirklichkeit zukommt. Die Abbildung 61 zeigt vergleichsweise eine zufällige und eine gezüchtete Perle im Schnitte nebeneinander und man sieht aus diesem Schema, daß auch bei zufälligen Perlen der Aufbau im Kerne durchaus nicht einheitlich ist.

Von höchstem wissenschaftlichen Inter-

esse ist es, daß es Mikimoto auch gelungen ist, durch bloße Übertragung von ektodermalen Zellen kernlose Perlen zu züchten, von denen L. Boutan (Compt. Rend., Paris 1922, 175, 385) eine im Gewichte von 13·7 Grän beschrieben hat. Es gelingt also auch ohne Übertragung eines Kernes, Perlen zu züchten. Desgleichen kann man als Kern auch eine echte Perle verwenden, und erhält derart Perlen, welche eigentlich nur in einem zweiten Tiere weitergewachsen sind. Ob sich andere Materialien als Kernsubstanz gut eignen werden, muß erst durch die Praxis festgestellt werden. Auch bei Süßwassermuscheln sind in der letzten Zeit erfolgreiche Versuche gelungen, von denen besonders die des Prof. G. Riedl zu erwähnen sind, der in oberösterreichischen Perlbächen nach der Methode von Alverdes und Mikimoto Perlen erhalten hat.

DIE STELLUNG DER GEZÜCHTETEN PERLEN IM HANDEL.

Über diese Frage hat sich in den letzten Jahren eine reichhaltige Literatur gebildet, deren eingehende Behandlung hier zu weit führen würde. Die Gelehrten fast aller Länder haben sich für die gezüchtete Perle eingesetzt, während sie in den Kreisen der Juweliere und Perlenhändler einen mehr oder weniger starken Widerstand findet, der hauptsächlich damit begründet wird, daß die Schälbarkeit der Perlen und ihre Haltbarkeit nicht ganz feststehe. Wenn auch keine theoretischen Anhaltspunkte dafür vorhanden sind, daß diese Einwände zu Recht bestünden, im Gegenteil Angaben von Perlenschälern dahin lauten, daß sich die älteren gezüchteten Perlen wie die natürlichen schälen lassen, die jungen gezüchteten Perlen dagegen etwas weicher und daher ganz einfach zu bearbeiten seien, wobei sie mit Leichtigkeit Formänderungen vorzunehmen gestatten, ist dieses Argument doch schwer zu bekämpfen. Erst die Zukunft wird hierüber völlige Klarheit bringen.

Man kann theoretisch folgende Arten von gezüchteten Perlen unterscheiden:

1. Kernlose Perlen, wissenschaftlich höchst interessant, praktisch bedeutungslos, weil sie als vollwertige Perlen gelten müssen.

2. Perlen, welche als Kern eine Perle besitzen, die also gewissermaßen nur weitergewachsene Perlen sind, da ja die Kernperle nicht gezüchtet wurde; derartige Perlen sind oft erwähnt worden (der Verfasser hat noch keine nachweisbar gezüchtete Perle gesehen, die als Kern eine kleine Perle gezeigt hätte), ihre Stellung im Handel wäre sehr interessant, auch wissenschaftlich hätten sie insofern großes Interesse, als die Art des Weiterwachsens einer Perle erforscht werden könnte. Zu erwarten wäre, daß sich

Abb. 60.
Dünnschliff durch eine gezüchtete Perle. (Vergrößerung 22.)

um die Perle zuerst Konchyolin und vielleicht Prismensubstanz absetzen würde. Solange man das Schälen von Perlen, das ist das künstliche Abtragen von Perlmutterschichten, gestattet, wird es schwer sein, gegen solche, gewissermaßen in einem zweiten Tiere weitergewachsene Perlen Einwände zu erheben.

3. Perlen mit einem Kern aus Perlmutter. Diese letzte Art beschäftigt intensiv den Handel und derartige Perlen sind es, bezüglich welcher gewisse Grundsätze für den Handel aufgestellt werden müssen.

Diese Perlen wurden eingehend untersucht und es zeigte sich, daß ihre Härte, ihre Elastizität, ihr spezifisches Gewicht mit dem der zufällig entstandenen Perlen gleich ist oder wenigstens nicht mit Sicherheit eine Unterscheidung gestattet, weil diese Eigenschaften innerhalb gewisser Grenzen schwanken. Auch die Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen und die Untersuchung des Schattenbildes geben keine sicheren Befunde bezüglich der Entstehung des Kernes. Die Eigenschaften der Oberfläche sind die gleichen, gewisse Details derselben sind Gegenstand eingehender Studien des Verfassers, doch ist dazu ein ganz umfangreiches Material notwendig, bevor generelle Schlüsse gezogen werden können. Jedenfalls ist die Anordnung der Perlmutterblättchen, die ja maßgebend für die Eigenschaften der Perlenoberfläche ist, im Prinzip die gleiche wie die der zufällig entstandenen Perlen, nur die Dimensionen der Elemente scheinen variabel zu sein. Bleibt nur

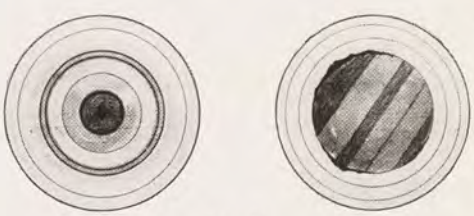

Abb. 61.
Schematischer Schnitt durch eine zufällige Perle (links) und eine gezüchtete Perle (rechts).

noch das Vorhandensein eines Perlmutterkernes, dessen Einfluß auf die Qualität der Perle und damit auch auf ihren Handelswert zu prüfen ist. Da zeigt sich nun, daß gerade dieser Punkt zu den weitestgehenden Differenzen führt.

Es gibt gezüchtete Perlen, deren Perlmutterkern so klein ist, daß er erst durch genaueste und sorgfältigste wissenschaftliche Untersuchung festgestellt werden kann. Daneben gibt es solche gezüchtete Perlen, bei denen man durch die ganz dünne Überzugsschichte von Perlmutter hindurch dunkle Flecken auf der Oberfläche des Perlmutterkernes zu erkennen vermag, die aus Konchyolin bestehen, welches sich zunächst in dem operativ hergestellten Perlsack auf der Oberfläche des Perlkernes abscheidet.

So sehr die ersteren Perlen, und zu ihnen gehören viele der von Mikimotos Farm herrührenden Perlen, mit den zufällig entstandenen Perlen konkurrenzfähig sind, so wenig sind es die letzteren, bei denen die Profitgier des Perlenzüchters nicht jenen langen Zeitraum (etwa sieben Jahre) abwartet, den solide Perlenzüchter, wie Herr Mikimoto, für die Bildung konkurrenzfähiger Perlen für notwendig halten. Der Kern wird also bedeutungsvoll, wenn die Eigenschaften der Perle, besonders die der Oberfläche, durch ihn verändert werden, wenn also z. B. grau gefleckte oder bleigrau gefärbte Perlen entstehen, oder wenn dadurch die Haltbarkeit der Perle, ihre Schälbarkeit usw. leiden. Es ist klar, daß bei Perlen mit großem Kern und geringer Dicke der Überzugsschichte die mechanischen Qualitäten stark gefährdet sind; die Abnutzbarkeit der Perle kann hier zur gänzlichen Wertlosigkeit führen. Herr Pohl, der Pariser Vertreter Mikimotos, hat schon vor Jahren diese Gefahr vorausgesehen und empfohlen, daß sich die Perlenzüchter zu einem Syndikat zusammenschließen, um derartige Unterbietung in den Dimensionen der Anteile der gezüchteten Perlen auszuschalten. Leider wird sich das nicht verhindern lassen, und es muß daher jedenfalls bei den gezüchteten Perlen mit Perlmutterkern irgendeine bindende Norm aufgestellt werden.

In diesem Zusammenhange sei es gestattet, auch einige Worte über jene Rolle zu sagen, die der Kern bei natürlichen Perlen spielt. Der sogenannte primäre Kern einer zufälligen Perle ist bisweilen ein Sandkorn, ein Parasit, ein Milbenei (vgl. Abb. 47) oder irgendein anderer Fremdkörper oder schließlich ein im Stoffwechsel der Perlmuschel selbst ausgeschiedenes Körperchen. Um diesen primären Kern scheidet sich sodann in beliebigem Wechsel jede der drei Schalensubstanzen aus, die wir als Konchyolin, Prismensubstanz und Perlmuttersubstanz kennengelernt haben. Wenn im Kern einer zufälligen Perle Konchyolin oder Prismensubstanz vorhanden ist, ist der ganze Teil der Perle, bis zu welchem diese Substanzen reichen, als sekundärer Kern zu bezeichnen. Hätte die Sekretion in diesem Stadium

aufgehört, so wäre eine wertlose, aus Konchyolin oder Prismensubstanz (Kalkspat bei marinen Perlen) oder aus beiden Substanzen bestehende Perle entstanden, welche eine matte oder dunkle, glanzlose Oberfläche besitzen würde. Erst die Perlmutterschichten verleihen dann einem solchen Kerne die Qualitäten einer edlen Perle. Wenn dieser Kern der zufälligen Perle bis nahe an die Oberfläche heranreicht, kommt manchmal eine sogenannte Blue-Perle mit bleigrauer Oberfläche zustande. Jedenfalls aber ist eine solche Perle hinsichtlich ihrer Schälbarkeit stark gefährdet. Da man nun bei zufälligen Perlen sich niemals für die Beschaffenheit des Kernes interessiert hat, hat man auch stets die Garantie für eine Schälbarkeit abgelehnt. Die Beschaffenheit des Kernes spielt bei der zufälligen Perle nur insofern eine Rolle, als sie sich in den Oberflächeneigenschaften der Perlen auswirkt. Erst durch das Auftreten der gezüchteten Perlen ist man darauf gebracht worden, auch die innere Beschaffenheit einer Perle zu prüfen. Im allgemeinen spielt der sekundäre Kern der zufälligen Perle unter Umständen die gleiche Rolle wie der Perlmutterkern der gezüchteten Perle.

Wenn wir die Frage: »Wie sollen die gezüchteten Perlen offiziell im Handel benannt werden?« exakt beantworten sollen, zeigt sich, daß gar keine Analogien mit irgendwelchen anderen Verhältnissen zum Vergleiche herangezogen werden können. Der Vergleich mit künstlichen Edelsteinen versagt; auch die Preisverhältnisse liegen anders.

Ebenso unrichtig ist es, die gezüchteten Perlen etwa mit galvanoplastischen Erzeugnissen vergleichen zu wollen. Beide Prozesse, nämlich die künstliche Herstellung von Edelsteinen wie die Galvanoplastik sind rein technische Prozesse, zu denen keine besondere individuelle Geschicklichkeit nötig ist, die nach Belieben gesteigert werden können und deren Ergebnis bei gleichen Erzeugungsmethoden vorausgesagt werden kann. Alle die wesentlichen biologischen Faktoren fallen weg, die bei der Züchtung von Perlen eine so wichtige Rolle spielen können, und die die Produktion von gezüchteten Perlen mit einem hohen Risiko belasten. Schöne gezüchtete Perlen werden deshalb stets einen Seltenheitswert haben und lassen sich nicht durch die Arbeit des Menschen allein herstellen. (Vgl. hiezu die Bemerkungen des Verfassers in der »Deutschen Goldschmiedezeitung«, Heft 10, 1925.)

Daß die kernlosen gezüchteten Perlen gegenstandslos sind, wurde bereits gesagt. Die Stellung, welche gewissermaßen weitergewachsene Perlen im Handel einnehmen zu erörtern, wäre sehr interessant, aber diese Perlen sind im Handel nicht anzutreffen. Entweder sie sind nicht da, oder sie werden mangels eines Perlmutterkernes nicht erkannt und mit den zufälligen Perlen zusammen verkauft. Es bleiben also nur noch die Perlen mit Perlmutterkern zu besprechen. Da sind nun folgende Verhältnisse zu berücksichtigen.

Es gibt, wie wir gesehen haben, Perlen, welche schon durch Betrachtung der Oberfläche als gezüchtet erkannt werden und einen ganz dünnen Überzug haben. Derartige Perlen werden nicht konkurrenzfähig bleiben, sondern so niedrig bewertet werden, daß sie fast unverkäuflich sein werden. Wird der Überzug etwas stärker, so wird man zwar nicht mehr mit freiem Auge von der Oberfläche aus den Perlmutterkern feststellen können, aber die Haltbarkeit und sonstigen mechanischen Eigenschaften werden noch immer gefährdet sein, wie auch das Gewichtsverhältnis zwischen Kern und Überzug ungünstig sein wird. Bei Durchleuchtung der Perle, bei Untersuchung in starkem punktförmig konzentrierten Lichte, bei der Prüfung im Felde eines starken Elektromagneten, bei der Untersuchung mit Röntgenstrahlen (Beuge- und Interferenzerscheinungen), weiter bei der inneren Untersuchung des Bohrkanals mit Spiegeln läßt sich nun ein solcher großer Perlmutterkern mit Leichtigkeit und völliger Sicherheit feststellen. Je kleiner der Perlmutterkern wird, desto schwieriger wird die Feststellung, und schließlich wird es einen Grenzfall geben, in welchem das Vorhandensein eines Perlmutterkernes praktisch bedeutungslos werden wird, weil weder die Eigenschaften der Oberfläche noch die mechanischen Eigenschaften der Perle durch ihn beeinflußt sind, und weil schließlich auch das Verhältnis zwischen dem Gewichte des Kernes und des Überzuges sich stark zugunsten des Überzuges verschiebt. Nun werden die relativen Preise für die gezüchteten Perlen erstellt werden müssen nach der Größe des Kernes. Die erste Kategorie wird äußerst niedrig bewertet werden müssen, die letzte am höchsten. Von einem gewissen Momente an werden also nicht mehr bloß die Eigenschaften der Oberfläche der Perle (wie dies bei den zufällig entstandenen Perlen die Regel ist), maßgebend sein, sondern auch innere Eigenschaften, die durch eine gesonderte Untersuchung festgestellt werden müssen und die im wesentlichen darin gipfeln, die relative Größe des Kernes zu ermitteln. Je nach der relativen Größe des Kernes wird bei gleichbleibender Qualität der Oberfläche und der Form der Perle — und das ist der neue Gesichtspunkt bei der Bewertung dieser Perlen — wahrscheinlich eine verschiedene Bewertung der gezüchteten Perlen eintreten. Wie man die Größe des Kernes feststellt, soll Gegenstand besonderer Erörterung im folgenden Abschnitt sein, wobei nur »leicht und vom Juwelier selbst ausführbare Methoden« brauchbar erscheinen.

Hätte man die Garantie, daß nur gezüchtete Perlen in den Handel kommen, bei denen der Perlmutterkern jene untere zulässige Grenze einhält, wäre ihre Stellung im Handel einfacher zu regeln. Bevor das erreicht ist, müssen jedenfalls die gezüchteten Perlen eine gesonderte Stellung erhalten und aus jeder Partie von gezüchteten Perlen werden die »würdigen« von den »unwürdigen« getrennt werden müssen und verschieden zu bewerten sein.

Wie hoch die gezüchteten Perlen absolut zu bewerten sind, dafür fehlen noch die genügenden Erfahrungen. Sie wurden eine Zeitlang mit etwa 50 bis 60 % des Wertes der zufälligen Perlen verkauft; in den letzten Monaten sind sie mit etwa 20 % des Wertes gleich großer und gleich schöner zufälliger Perlen verkauft worden.

Für die Bewertung der gezüchteten Perlen kommen mehrere Umstände in Frage. Ein Abzug aus dem Titel des Vorhandenseins eines Perlmutterkernes wird sicher ein großer Ansporn für die Züchter sein, nur solide Perlen zu züchten, d. h. Perlen mit einem möglichst kleinen Kern und einer möglichst starken Hülle. Als zweites preisbildendes Moment kommt das gesteigerte Angebot in Frage, welches in gewissen Größen von Perlen sich sicherlich bemerkbar machen wird. Hauptsächlich die Perlen zwischen 2 und 4 Grän werden in größerer Anzahl erhalten, wenn auch die Zahl der gezüchteten Perlen von vornherein dadurch beschränkt ist, daß es sich um einen mit einem hohen Risiko behafteten biologischen Prozeß und nicht um eine Fabrikation handelt. Es steht nicht im Belieben des Züchters, die Zahl der Perlen ins Maßlose zu steigern, weiter sind auch die schönen Perlen unter den gezüchteten relativ genau so selten wie die schönen Perlen unter den zufälligen. Ein drittes Moment ist die prinzipielle Abgeneigtheit vieler Kreise, gezüchtete Perlen zu verkaufen oder zu kaufen. Das bedeutet, daß ein Besitzer von gezüchteten Perlen länger suchen muß, um einen Käufer zu finden, was natürlich preisdrückend wirkt. Ein viertes Moment ist die mangelnde Erfahrung darüber, ob diese Perlen in ihrer Haltbarkeit den zufälligen Perlen gleichzustellen sein werden. Gegen das Argument, daß der exakte Beweis dafür nur in entsprechend langen Zeiträumen erbracht werden könne, läßt sich nicht ankämpfen, wenn auch die theoretischen Grundlagen bis zu einem gewissen Grade eine Entscheidung dieser Fragen gestatten.

Die Befürchtungen, die man in der Richtung äußert, daß nunmehr der Markt mit gezüchteten Perlen derart überschwemmt werden wird, daß dadurch ein radikaler Preissturz eintreten würde, sind arg übertrieben. Die Züchtung von Perlen, wie sie etwa Herr Mikimoto durchführt, ist eine sehr mühsame Sache und durchaus nicht ohne Risiko. Seine Farmen sind starken Gefahren ausgesetzt, die Tiere können zugrunde gehen, sieben Jahre müssen sie nach der Operation am Leben erhalten werden, und auch da sind die Perlen nicht gar zu groß; schöne Perlen kommen neben weniger schönen vor und haben also noch immer Seltenheitswert. In der Hauptsache werden derzeit 2 bis 4 Grän schwere Perlen gezüchtet, die größeren Perlen werden zurzeit überhaupt praktisch nicht konkurrenziert, allerdings sind größere Perlen aus den Farmen der Riu-Kiu-Inseln und der Palau-Inseln in Zukunft zu erwarten. Die Zahl der gezüchteten Perlen wird also vor-

läufig beschränkt sein. Immer wird es Leute geben, welche den zufälligen edlen Perlen den Vorzug geben werden, weil sie diese Zufallsprodukte der Natur, sagen wir, romantischer finden werden. Es muß also keineswegs ein radikaler Preissturz auf dem Perlenmarkte hervorgerufen werden. Meinungsunterschiede bestehen freilich gegenwärtig wegen der Neuheit aller mit den gezüchteten Perlen zusammenhängenden Fragen.

Das Moment der Züchtung an und für sich ist aber nicht als etwas Nachteiliges zu betrachten. Ob man die Bildung der Perle dem Zufalle überläßt oder zielbewußt unter Ausnützung wissenschaftlicher Fortschritte herbeiführt, kann nicht einen Einfluß in dem Sinne haben, daß unbedingt die Produkte der Züchtung schlechter sein müssen. Im Gegenteil ist bei fortschreitender Erfahrung in der Züchtung zu erwarten, daß immer bessere Perlen werden erhalten werden. Es ist also lediglich das Moment der wechselnden Größe des Perlmutterkernes, welches uns nötigt, die gezüchteten Perlen als solche zu einer eigenen Gruppe zusammenzufassen.

Die Frage der Echtheit der gezüchteten Perlen steht im engsten Zusammenhang mit diesem Momente. Zweifellos sind die gezüchteten Perlen nicht »perles fausses« oder falsche, unechte Perlen. Das ist eine Bezeichnung, die nur auf Imitationen angewendet werden kann. Wenn es nun keine unechten, falschen Perlen sind, so würde daraus folgen, daß es einfach echte Perlen (perles fines) sind. Nun haben wir aber gesehen, daß die wechselnde Größe des Perlmutterkernes innerhalb der gezüchteten Perlen selbst große Differenzen hervorruft, so daß nicht einmal eine einheitliche Behandlung der gezüchteten Perlen mit Perlmutterkern eintreten kann, geschweige denn die einheitliche Behandlung mit den kernlosen Perlen, den gezüchteten Perlen mit echten Perlen als Kernen oder mit zufälligen Perlen. Wir müssen den gezüchteten Perlen zwar die Echtheit zugestehen, weil sie keine unechten oder falschen Perlen sind, aber im gegenwärtigen Zeitpunkte müssen die gezüchteten Perlen noch eine abgesonderte Gruppe unter der Bezeichnung »gezüchtete Perlen, Zuchtperlen, Kulturperlen oder kultivierte Perlen«, bilden, weil eben bei ihnen das Moment des wechselnd großen Kernes eine ausschlaggebende Rolle spielt.

Es wird erst die Grenze zu ziehen sein, unterhalb welcher die Vereinigung mit den zufällig entstandenen Perlen stattfinden wird. Daß eine solche Vereinigung praktisch stattfinden wird, erscheint sicher. So werden wohl zweifellos gezüchtete Perlen mit einem Perlmutterkern, der nicht größer ist als der in zufälligen Perlen mögliche primäre Kern oder nur so groß ist, daß er beim Bohren der Perle gänzlich entfernt wird, mit den zufälligen Perlen vereinigt werden müssen. Was aber verhindert werden muß, ist, daß gewissenlose Züchter und Händler Perlen mit allzu großem Perlmutterkern (die weniger haltbar sein müssen) zu demselben Preis ab-

zusetzen versuchen, welche die hochwertigen zufälligen Perlen heutigentags erzielen. Nicht die gezüchteten Perlen schlechtweg bedrohen den Markt, sondern nur jene schlechten gezüchteten Perlen, die zu bekämpfen die ehrlichen Perlenzüchter dieselbe, wenn nicht eine noch größere Ursache haben als die Händler und Juweliere.

Jedenfalls ist durch die Einführung von derartigen Züchtungsmethoden die Möglichkeit zu einschneidenden Veränderungen in der ganzen Perlenfischerei gegeben, und es ist sehr interessant, auch auf diesen Fragenkomplex einige Aufmerksamkeit zu lenken. Ist es doch nicht unmöglich, daß durch das jetzt geübte Verfahren der Perlenfischerei die Perlmuscheln ganz ausgerottet werden. So war die Perlenfischerei auf Ceylon um die Wende des Jahrhundertes nahezu unmöglich geworden, weil die Muscheln fehlten, und auch damals rief man die Wissenschaft zu Hilfe. Die englischen Biologen Herdman und Hornell (vgl. S. 65) empfahlen eine Reihe von Maßnahmen, um die Menge der Muscheln und damit auch der Perlen zu erhöhen, besonders auch die Vermehrung der Parasiten, welche in vielen Fällen Ursache der Perlbildung sind. Ebenso sind im Golfe von Kalifornien Perlmuschelfarmen schon seit langen Jahren eingerichtet und an vielen Orten ist man bemüht, durch Verbote aller Art die Muscheln zu schützen, die Fischerei in geregelte Bahnen zu lenken; kurz, der Mensch greift auf mannigfache Weise ein, um den Schaden auszugleichen, den man durch die Perlfischerei in biologischer Hinsicht anrichtet. So wie man einen abgeholzten Wald aufforsten muß, um wieder Holz zu erhalten, muß man, wenn man sich nicht begnügt, die ans Land geschwemmten Perlen zu ernten, auch Vorsorge für die Aufzucht von Muscheltieren treffen und diese pflegen.

Wenn wir durch zielbewußte Anwendung biologischer Fortschritte im Laufe der nächsten Jahrzehnte — solche Dinge vollziehen sich nicht in kürzeren Zeiträumen — mehr Perlen erzielen sollten und dabei im Durchschnitte bessere Perlen, wird das keinem Händler und keinem Juwelier Schaden machen, es wird nur ermöglichen, daß ein größerer Teil der schönheitshungrigen Menschheit, und wahrlich darunter nicht der schlechteste, sich mit den immer heiß erstrebten Perlen wird schmücken können. Daß dabei das namenlose Elend, unter welchem gegenwärtig Zehntausende von in der Perlenfischerei beschäftigten Leuten ihr Leben verbringen, gemildert werden wird, wird nur auch ein Fortschritt sein.

GERICHTLICHE ENTSCHEIDUNGEN.

Mehrfach ist die gezüchtete Perle Gegenstand gerichtlicher Entscheidungen in Frankreich gewesen. Ein Prozeß wurde seitens des Herrn L. Pohl gegen die Chambre Syndicale in Paris geführt, weil deren Präsident die gezüchteten Perlen als Perles fausses bezeichnet hatte und erklärte, daß

man für solche Perlen aus diesem Grunde keinerlei Einfuhrerlaubnis bedürfe. Über Einschreiten des Herrn L. Pohl war daraufhin der Chambre Syndicale das Einfuhrmonopol entzogen und die Einfuhrkontrolle den Zollbehörden übertragen worden. Das in diesem Prozeß erflossene Urteil (Deutsche Goldschmiedezeitung, 1925, Heft 6) ist noch nicht rechtskräftig geworden. Bemerkenswert ist die Feststellung, daß nichts dazu berechtigt, die gezüchteten Perlen als falsche Perlen zu bezeichnen, weiters, daß es bedauerlicherweise nicht üblich sei, im Perlenhandel die Herkunft der Perlen zu bezeichnen. Ein zweiter Prozeß wurde vor dem Handelsgerichte geführt, welchem Laienrichter, Perlenhändler, angehören, in welchem Pohl verhalten wurde, eine Schnur zurückzunehmen, in der sich möglicherweise gezüchtete Perlen befinden konnten. Ein Nachweis, daß tatsächlich gezüchtete Perlen in der Schnur enthalten sind, wurde nicht erbracht und es hat die Angabe genügt, daß diese Perlen von Pohl herrühren, um dieses Urteil zustande zu bringen. Gegen dieses Urteil wurde seitens Pohl Berufung eingelegt. Ein dritter Prozeß wurde gegen die Tageszeitung »Le Temps« geführt, in der ein Artikel von Professor R. Dubois erschienen war, in welchem die gezüchteten Perlen als Perles factices, künstlich gemachte Perlen, bezeichnet worden waren. Pohl hatte die Aufnahme einer Berichtigung verlangt, welche die Zeitung verweigerte. Das Gericht sprach aus, daß es unzulässig sei, die gezüchteten Perlen als künstliche zu bezeichnen, weil die oberflächlichen Partien, welche die wesentliche Schönheit der Perlen bedingen, bei den gezüchteten Perlen aus derselben Substanz bestehen wie bei den zufälligen. Die Zeitung wurde verurteilt, die Berichtigung und das Urteil zu veröffentlichen. Auch gegen dieses Urteil ist Berufung eingelegt worden. Ein vierter Prozeß schwebt noch und soll zur Feststellung der Natur und Qualität der verkauften Ware im Sinne der französischen einschlägigen Gesetze führen. In diesem Prozesse wurden Gutachten französischer Gelehrter erstattet (Deutsche Goldschmiedezeitung, 1925, Heft 14) und auch Sachverständige praktisch daraufhin erprobt, ob sie gezüchtete Perlen von zufälligen zu unterscheiden vermöchten. Es ergab sich, daß die Erkennung durch die Untersuchung ohne Apparatur dem Sachverständigen nicht gelang. Vor den Wiener Gerichten ist nur ein Fall zur Behandlung gelangt. Ein Händler hatte einem abgebauten Offizier gezüchtete Perlen als solche verkauft, und als der Offizier diese Perlen nicht mit Nutzen weiterverkaufen konnte, machte er eine Strafanzeige. Es wurde die Anklage wegen Betrug erhoben, doch endete die Verhandlung mit einem Ausgleich, indem der Verkäufer, ohne hiezu verpflichtet zu sein, die Perlen zurücknahm. Der Sachverständige hatte in dieser Verhandlung angegeben, daß bei den vorliegenden Perlen ein Preisunterschied von 20% durch den Umstand der Züchtung begründet

sei und gab auch auf die Bemerkung des Privatbeteiligten, er sei der Meinung gewesen, echte und keine unechten Perlen gekauft zu haben, die Antwort, daß in der Tat keine unechten Perlen vorlägen.

Es zeigt sich also, daß durch gerichtliche Entscheidungen eine Klärung der Frage noch nicht erfolgen konnte.

NORMEN ÜBER DEN HANDEL MIT GEZÜCHTETEN PERLEN.

Auf Ceylon und in Venezuela wurde ein Einfuhrverbot für die gezüchteten Perlen erlassen. Die Chambre Syndicale in Paris hat für den Handel mit gezüchteten Perlen in der Form Normen aufgestellt, daß zu dem § 15 der für diese Körperschaft verbindlichen Handelsgebräuche ein vierter, neuer Punkt hinzugefügt wurde, der den Verkäufer verpflichtet, beim Vorlegen von Perlen, welche einen Perlmutterkern oder einen Kern aus irgendeinem andern Material haben, diesen Umstand zu erwähnen und auf der Rechnung anzugeben.

Es handelt sich also bei dieser Frage nur darum, den Kern einer Perle mit Sicherheit festzustellen. Gelingt das nicht, dann kann man auch nicht die Perlen in diese Kategorie einreihen. Wie weit das heute möglich ist, wird in einem folgenden Abschnitte behandelt werden. Vorher sollen aber noch einige Angaben über Imitation von Perlen, Verbesserung, Färbung und Behandlung von Perlen gemacht werden.

Die während des Druckes dieses Buches auf dem internationalen Juwelierkongreß in Amsterdam gefaßten Beschlüsse sind als Anhang auf Seite 122 besprochen.

3. BEARBEITUNG, VERFÄLSCHUNG VON PERLEN, IMITATIONSPERLEN.

In dem Zustande, in dem eine Perle gefischt wird, ist sie nicht handelsfähig. Es haften an ihrer Oberfläche noch Reste des Epithels des Perlsackes und sonstige Unreinheiten, auch stellt sich erst nach längerer Zeit ein Gleichgewichtszustand zwischen dem Feuchtigkeitsgehalte der Perle und der Luft her. Es müssen also die Perlen einer gewissen Bearbeitung unterzogen werden, die im wesentlichen darin besteht, die Oberfläche der Perlen zu reinigen und sie einem Trocknungsprozesse zu unterwerfen. Bei der Reinigung der Perle werden auch kleine Korrekturen an der Form der Oberfläche vorgenommen, die Perle wird geschabt und poliert. Zum Polieren verwendet man eigene Pulver, in denen fein zerriebener Staub von Alabaster, von Perlmuttersubstanz, von weißer Korallensubstanz und etwas weißem Vitriol in verschiedenen Mischungen vereinigt sind. Durch Behandlung mit

solchen Poliermitteln wird die Oberfläche nicht angegriffen, sondern erhält nur einen erhöhten Glanz, wenn man den Polierprozeß nicht zu stark fortsetzt. Wird das Schaben in stärkerem Maße betrieben, so daß die obersten Schichten der Perlmutter entfernt werden, kann die Perle auch Schaden leiden, weil man nicht weiß, was unter der obersten Haut von Perlmuttersubstanz vorhanden ist. Das große Risiko, welches bei diesem Prozesse vorhanden ist, werden wir gelegentlich der Behandlung des Perlenschälens noch zu erwähnen haben.

Um die Perle zu trocknen, sie von dem Wasser zu befreien, welches in dem organischen Gerüste der Perle vorhanden ist, das aus Konchyolin, einer quellbaren Substanz, besteht, muß man die Perle einem eigenen Verfahren unterwerfen. Soll die Perle von selbst austrocknen, erfordert dies einen Zeitraum von ungefähr zwei Jahren. Doch kann man auch ein künstliches Trocknungsverfahren anwenden, bei welchem innerhalb zwei bis drei Wochen das überschüssige Wasser aus dem Konchyolin entfernt wird. Der Grad der Trockenheit einer Perle spielt eine große Rolle sowohl hinsichtlich des Aussehens — frisch gefischte, nicht getrocknete Perlen haben meist eine etwas grünliche Färbung — als auch hinsichtlich der mechanischen Beschaffenheit, welche sich z. B. beim Schälprozeß stark bemerkbar macht. Eine getrocknete Perle läßt sich derart schälen, daß Schicht um Schicht abgehoben werden kann, eine frisch gefischte, nicht getrocknete Perle läßt diese Schichtung entweder gar nicht oder viel schwächer erkennen und das Schälen erfolgt derart, daß einfach die gewünschte Form ohne Rücksicht auf diese noch fehlende »Schichtung« durch Abschleifen erreicht werden kann. Durch den Trocknungsprozeß erhalten die Perlen eine leicht rosige Farbe und ebenso wird die Transparenz erhöht (A. R. Meyer, Festschrift des Verbandes schweizerischer Goldschmiede zur Feier seines 25jährigen Bestehens, 1924).

Über die Färbung, welche man künstlich Perlen verleihen kann, wird weiter unten einiges gesagt werden. Man versucht öfters schon, bei diesem ersten Bearbeitungsprozeß eine künstliche Tönung der Perle hervorzurufen, ein Vorgang, der nicht in eine Parallele mit dem Reinigungsprozeß und dem Trocknen der Perle gestellt werden darf.

Das Bohren der Perle erfolgt mit feinen Drillbohrern, die entweder mit der Hand oder maschinell angetrieben werden. Hiezu ist große Geschicklichkeit erforderlich, um Verletzungen zu vermeiden, die namentlich darin bestehen, daß an den Ansatzstellen des Bohrkanales Splitter ausbrechen, daß infolge stark wechselnden Widerstandes beim Bohren (etwa infolge eines Sandkornes im Inneren der Perle) Sprünge auftreten. Große Perlen werden von beiden Seiten aus gebohrt, wobei der Bohrkanal sehr genau ausgerichtet werden kann.

Über die Haltbarkeit von Perlen macht man sich meist unrichtige Vorstellungen. Die mechanische Festigkeit ist wegen des vorhandenen Gerüstes aus Konchyolinsubstanz eine größere, als man glaubt, und ebenso ist die Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agenzien oft als viel geringer angegeben worden, als dies tatsächlich der Fall ist. Starke Säuren lösen wohl die Perle bis auf ihr Konchyolingerüst auf, keinesfalls gilt das aber von Essig, in dem z. B. Kleopatra eine Perle aufgelöst haben soll. Doch darf man andererseits, wenn man die Schönheit der Perlen nicht gefährden will, sie trotzdem keiner zu starken mechanischen Belastung aussetzen und muß sie auch vor der Berührung mit selbst harmlos erscheinenden Flüssigkeiten schützen, weil die wiederholte Anwendung etwa nur von Seifenwasser schon eine wenn auch geringfügige Veränderung der Oberfläche mit sich bringen kann. Das Konchyolingerüst ist die Ursache, warum den Perlen eine beschränkte zeitliche Haltbarkeit zukommt. Als organische quellbare Substanz ist das Konchyolin Schrumpfungs- und Trocknungsprozessen ausgesetzt, welche letzten Endes das sogenannte Absterben oder Blindwerden der Perlen bedingen. Die zarten Perlmutterblättchen, deren regelmäßiger Aufbau die Ursache der Schönheit der Perle ist, blättern auf, die Perle wird rissig, bekommt zahlreiche Sprünge und dieser Prozeß schreitet nach einem gewissen Alter unaufhaltsam fort. Im allgemeinen kann man Perlen, welche viel getragen werden, ein Alter zwischen 50 und 150 Jahren nachsagen. Perlen, welche sorgfältig verwahrt werden, etwa in Schatzkammern, und nur selten verwendet werden, können auch ein Alter von mehreren hundert Jahren erreichen. Es kommt natürlich viel auf die äußeren Umstände an. So wird berichtet, daß man an einer in Pompeji ausgegrabenen Frauenleiche Ohrringe mit noch guterhaltenen Perlen gefunden habe, während in einem Briefe des Schweizer Reformators Heinrich Bulling (eines Nachfolgers Zwinglis) vom 19. April 1544 berichtet wird, daß bei der Eröffnung des Grabmales der Töchter Stilichos, welche im Jahre 397 nach Christus beerdigt worden waren, 53 große Perlen gefunden wurden, die aber so zersetzt waren, daß sie beim Angreifen zu Staub zerfielen. Beim täglichen Tragen von Perlen werden diese im Laufe von einigen Dezennien allmählich immer schlechter, und nach etwa 100 Jahren können solche Schnüre mürbe geworden sein. Die Perlen können dort, wo sie sich an der Schnur gegenseitig reiben, abgewetzt sein und es bedarf dann einer eingehenden Reparatur dieser Perlen, um ihnen für einige Zeit wieder neue Schönheit zu verleihen.

Der Zeitraum, bevor dieser Zustand eintritt, ist wesentlich abhängig von der Pflege der Perlen. Perlen sollen in weiches Material eingebettet werden; man soll sie nicht in zu feuchten, aber auch nicht in zu trockenen Räumen aufbewahren und sie nicht ständig der Einwirkung des Sonnen-

lichtes aussetzen. Sie sollen nicht mit Seifenwasser gewaschen werden, wie man überhaupt das wiederholte Eindringen von Wasser in die Perlen besser vermeidet. Die Reinigung kann mit Wasser erfolgen, dem eine Spur Alkohol zugesetzt wurde, doch müssen die Perlen sodann mit Wasser nachgespült und trockengerieben werden. Durch diese Behandlung werden die Perlen teilweise entfettet, was eine günstige Wirkung auf die Farbe zu haben scheint.

Dagegen muß man es verwerfen, wenn Perlen mit schlechter Tönung gebleicht werden und hiezu chemische Agentien verwendet werden, welche unbedingt auf die Haltbarkeit der Perlen eine nachteilige Wirkung haben müssen. Man verwendet hiezu meist Wasserstoffsuperoxyd; auch die Bestrahlung mit ultraviolettem Lichte wird empfohlen. Hiebei kann es vorkommen, daß Perlen überbleicht werden, wodurch sie sich nach einiger Zeit aufblättern. Sehr helle Perlen sind daher mit Vorsicht zu behandeln.

Man kann weiter die Perlen verbessern, indem man sie mit einer dünnen Haut eines Lackes überzieht, dem man auch eine zarte Färbung verleihen kann. Selbstverständlich ist diese Manipulation verboten und zahlreiche Prozesse beschäftigen sich mit derart behandelten Perlen. Am bekanntesten ist der Prozeß geworden, der vor etwa zehn Jahren in Paris gegen einen Hindu namens Warma geführt wurde, welcher eine amerikanische Süßwasserperle verbessert hatte. Der Juwelier Altschüler hatte eine weiße Flußperle im Gewichte von 66 Grän um 80.000 Franken gekauft, und sie einem Perlenschäler zur Verbesserung der Form übergeben. Sodann übernahm sie der Hindu Warma, der über ein Geheimnis verfügen sollte, den »Orient der Perlen« verbessern zu können. Nach einigen Monaten erhielt Herr Altschüler seine Perle so verbessert zurück, daß sie einen Wert von etwa 200.000 Franken repräsentierte. Über Betreiben der Syndikatskammer der Perlenhändler wurde diese Perle einer Untersuchung unterzogen und festgestellt, daß sie eine dünne Haut von Kollodium besaß, die durch einen Zusatz von Tropäolin schwach gelblich gefärbt war. Diese Hülle wog 4 *mg*. Herr Warma hatte verlangt, daß die Perle gebohrt werden müsse (weil nur auf diese Weise ein vollständiger Überzug mit Kollodium möglich ist); er gab auch die Tatsache zu, die Perle überzogen zu haben, jedoch angeblich nur zum Schutze der verbesserten Perle gegen die Luft; aber die Gegenwart des Färbemittels konnte er nicht erklären. Die Perle wurde von den Sachverständigen natürlich als »verfälscht« bezeichnet.

Man kann auch die Färbung der Perlen direkt beeinflussen, indem man Farbstoffe auf die Perle einwirken läßt. Die ungebohrte Perle nimmt die Farben nur oberflächlich auf, aber entlang des Bohrkanals einer gebohrten Perle dringen sie auch in die inneren Schichten ein und namentlich nimmt das Konchyolingerüst die Farbstoffe leicht auf. Man färbt Perlen, indem man sie mit salpetersaurem Silberoxyd (Höllensteinlösung) tränkt, gleich-

mäßig schwarz. Weiters werden Anilinfarben verschiedener Tönung oder übermangansaures Kali, Pikrinsäure u. dgl. zum Färben verwendet. Es ist klar, daß auf diese Weise eine schwere Schädigung des Konchyolingerüstes der Perle eintreten kann, wodurch die Haltbarkeit der Perle stark gefährdet wird. Die einheitliche, regelmäßige, oberflächliche Färbung der Perle gelingt nicht; durch mikroskopische Untersuchung ist eine verschiedene Verteilung des Farbstoffes auf der Oberfläche festzustellen. Eine vorsichtige chemische Untersuchung erlaubt es in den meisten Fällen die Gegenwart fremder Farbstoffe leicht festzustellen, doch muß diese Untersuchung von sachkundigen Personen vorgenommen werden, um Schädigung der Perlen zu vermeiden.

Das häufige Auftreten von Sprüngen in älteren Perlen oder in mechanisch verletzten Perlen überhaupt hat dazu geführt, diese Sprünge wenigstens zeitweise unsichtbar zu machen. Man erreicht dies, indem man die Perle in Öl einlegt, welches in die Sprünge eindringt, die Luft aus diesen Sprüngen verdrängt, welche durch ihr Irisieren den Sprung grob sichtbar gemacht hatte. Das Öl hat einen Brechungsexponenten nahe dem der Perlmuttersubstanz und der Sprung bleibt so lange unsichtbar, als er von diesem Öl ausgefüllt wird. Verdunstet das Öl, so erscheint auch der Sprung wieder. Dieses »Decracquelieren« der Perlen wird allgemein geübt, der Käufer sollte aber davon verständigt werden.

Ausgesprungene Stellen, etwa am Bohrloche, werden verkittet, ganze Bohrlöcher mit Perlmuttersubstanz verstopft und die »gestopften« Stellen sodann oberflächlich mit irisierenden Substanzen überzogen. Am bekanntesten sind die sogenannten chinesischen Perlen, welche nach Art von Knöpfen einen aus zwei schräg zu einander geneigten Ästen bestehenden Bohrkanal haben, wie dies erforderlich ist, wenn man die Perlen an der Kleidung als Schmuck anbringen will. Soll eine solche Perle modern gebohrt werden, so muß der eine Ast des Bohrkanals gestopft werden, der Bohrkanal wird dann in der Richtung des andern Astes durch die ganze Perle weitergeführt. Dieser Umstand muß dem Käufer gegenüber natürlich erwähnt werden.

Das beste Mittel zur Verschönerung von Perlen ist das sogenannte Schälen. Man kann Perlen schälen, um ihre Form zu verbessern, man kann aber auch absterbende Schichten entfernen und darunterliegende schönere Schichten freilegen. Es ist klar, daß bei einer absterbenden Perle auch diese schon den Keim des Todes in sich tragen, so daß das Schälen sterbender Perlen unter Umständen eine schwere Täuschung darstellen kann, wenn dem Käufer von diesem Umstande nicht Mitteilung gemacht wird. In einem oft recht kurzen Zeitraume können derartige Perlen ihren Wert vollkommen verlieren. Wenn also auch das Schälen im allgemeinen als erlaubter Prozeß gilt, so sollte doch in diesem Falle, wo es sich um das Schälen absterbender Perlen handelt, eine ausdrückliche Mitteilung dieses Umstandes geboten

erscheinen. Beim Schälen von Perlen werden mit besonderen Instrumenten die einzelnen Perlmutterlagen abgehoben und die neu erhaltene Oberfläche sodann mit einem Schleifbrei etwas poliert. Als Schleifpulver verwendet man eine ganze Reihe von Substanzen; bezeichnend ist es, daß viele solche Mischungen etwas Schwefelsäure mit Wasser vermengt enthalten. Es ist also der Schälprozeß und das folgende Polieren keineswegs eine so harmlose Angelegenheit, wie dies häufig hingestellt wird. Hervorragende Perlenkenner stehen auf dem Standpunkt, daß alle derartigen mechanisch oder chemisch wirkenden Manipulationen die Widerstandskraft, die Dauerhaftigkeit der Perle schädigend beeinflussen und daß von derartigen Handlungen immer Erwähnung gemacht werden müsse. Einer bearbeiteten Perle wird man immer einiges Mißtrauen entgegenbringen müssen, namentlich dann, wenn man nicht weiß, was mit der Perle geschehen ist.

Sehr zahlreich sind die Hausmittel, welche empfohlen werden, um blinden Perlen wieder neue Schönheit zu verleihen. Man soll sie mit Reis reiben, in vielen Fällen wird es empfohlen, sie in Brot einzubacken, die Chinesen verwenden geröstetes Korn mit einer Abkochung von Gräsern, und sehr häufig kehrt die Mitteilung wieder, daß Hühner, Tauben oder Enten im Stande wären, durch Verschlucken der Perle der Oberfläche neue Schönheit zu geben. Es erscheint das auch sehr naheliegend, weil die oft sehr starken tierischen Magensäuren leicht eine chemische Wirkung auf die Oberfläche der Perle ausüben können.

Die Perlen verlieren hiebei an Gewicht, oft sogar sehr beträchtlich; so sollen vier Perlen zu 12 Grän nach zwölfstündigem Verweilen in einer Taube 4 Grän verloren haben, und ähnliche Beobachtungen hat man auch an Perlen gemacht, die man Hühnern eingegeben hatte.

IMITATIONSPERLEN.

Man hat sich natürlich auch seit langer Zeit bemüht, künstlich Gebilde herzustellen, welche als Ersatz für Perlen verwendbar sein sollten, und hat in dieser Richtung, namentlich in der letzten Zeit, sehr große Fortschritte erzielt. Es gibt zwei Typen von künstlichen Perlen. Der erste Typus ist gegeben durch Glasperlen, welche im Innern mit irisierenden Substanzen ausgekleidet sind, der zweite Typus durch Vollperlen aus irgendeinem Material, bei denen der irisierende Überzug auf der Oberfläche angebracht wird. Die ersteren Perlen, im allgemeinen Glasperlen oder auch hohle Perlen genannt, wurden zuerst 1656 von dem französischen Rosenkranzfabrikanten Jaquin erzeugt und bestehen aus einem dünnwandigen Glaskügelchen, zu dessen Herstellung man eigene leicht schmelzende und etwas opalisierende Glassorten (Girasol) verwendet. Diese dünnwandigen Kügelchen werden mit Perlenessenz (Essence d'Orient) ausgegossen oder, wie der

Fachausdruck lautet, »ausgeschwenkt«. Diese Perlenessenz wird aus den Schuppen einiger Süßwasserfische gewonnen. Es wird den Schuppen die silberweiße irisierende Substanz entzogen und schließlich mit Gelatine vermischt. Der irisierende Bestandteil sind kleine Kriställchen von Guanin (mit etwas Kalk) und bei geschickter Bereitung der Essenz lassen sich sehr gute Effekte erzielen. Doch ist die glasige Oberfläche dieser Perlen ein leicht erfaßbares Erkennungsmerkmal. Das Innere der Perle wird mit Wachs ausgegossen, die ganze Perle hat ein bedeutend kleineres spezifisches Gewicht als die echte Perle. Diese Perlen werden daher häufig als »Wachsperlen« auch als »echte Wachsperlen« bezeichnet, im Gegensatze zu minderwertigen Nachahmungen dieser gut gelungenen Imitationen.

Die zweite Art von künstlichen Perlen sind die massiven Perlen, bei denen der Überzug auf der Oberfläche von Perlmutterkugeln oder Kugeln von Zelluloid oder Zellit angebracht wird. Der Überzug mit Perlenessenz wird durch eine Lackschichte geschützt und der so erreichte Effekt ist bedeutend besser als bei Glasperlen. Doch leidet der Überzug viel stärker beim Tragen dieser Perlen, so daß sie eine geringere Haltbarkeit haben. In diese Kategorie von massiven Perlen gehören auch z. B. die sogenannten Teclaperlen, von denen ein im »Echo de Paris« vom 12. Mai 1911 erschienenes Urteil aussagt, daß es sich um Perlmutterkugeln handle, welche mit Fischschuppenessenz überzogen sind, keineswegs aber um rekonstruierte oder wissenschaftlich erzeugte Perlen, wie dies in den Prospekten der Teclagesellschaft behauptet worden war. Bei diesen massiven Perlen ist es auch möglich, einen irisierenden Überzug durch die rhythmischen Fällungen zu erzeugen, welche R. E. Liesegang so vielfach beschrieben hat. Liesegang hat ein eigenes Verfahren ausgearbeitet (Zeitschrift für Kolloidchemie, XII. Bd., S. 181), wie man irisierende Gelatinschichten, bei denen das Irisieren auf rhythmischen Fällungen beruht, bei der Fabrikation künstlicher Perlen verwenden kann.

Schwarze Perlen werden bisweilen durch Kugeln aus Hämatit (Blutstein) imitiert.

So gut aber auch eine künstliche Perle hergestellt sein kann und so groß ihr Effekt sein mag, so leicht ist sie als Imitation zu erkennen, wenn man ihre Oberfläche mit einer guten Lupe oder etwa einem binokularen Mikroskop betrachtet. Niemals hat eine Imitation jene zarte Oberfläche mit der bezeichnenden Wachstumsmaserung, die durch die regelmäßige Lagerung der Perlmutterblättchen zustande kommt. Auch die bestgelungenen Imitationsperlen geben nur ein Oberflächenbild, in dem die charakteristische Zeichnung völlig fehlt, wie etwa Abbildung 65. Ein Blick eines Perlenkenners oder ein Blick ins Mikroskop genügt, um völlige Sicherheit zu schaffen.

IV.
DIE UNTERSUCHUNG VON PERLEN.

Wie wir im vorhergehenden Abschnitt gesehen haben, sind bei der Untersuchung von Perlen zahlreiche Gesichtspunkte maßgebend. Für die Bestimmung des Wertes einer Perle ist es in erster Linie wichtig, zu wissen, ob irgendeine wertvermindernde oder wertbedrohende Manipulation vorgenommen wurde, deren wir soeben mehrere kennengelernt haben. Man wird also stets die Oberfläche der Perle darauf zu prüfen haben, ob sie lackiert, gefärbt, ausgebessert, etwa gekittet ist, ob die Perle geschält ist, ob Bohrlöcher verstopft wurden, ob Sprünge in der Perle vorhanden sind und wie sie verlaufen und dergleichen mehr. Deshalb empfiehlt sich eine mikroskopische Untersuchung, die daneben auch im besonderen Klarheit über die Frage verschaffen soll, ob eine Perle mit Perlmutterkern vorliegt oder nicht.

Das in Abbildung 62 wiedergegebene Perlenmikroskop, welches die Firma C. Reichert nach den Angaben von H. Michel und G. Riedl (Deutsche Goldschmiedezeitung, 1925, Heft 7, 42, 44) gebaut hat, erlaubt es, jede Untersuchung durchzuführen, die zur Klarstellung der oben geschilderten Verhältnisse nötig ist. Das Instrument besteht im wesentlichen aus einem Binokularmikroskop und ist ausgezeichnet durch eine Beleuchtungseinrichtung, die unterhalb des Tisches zentrierbar angebracht ist und das Durchleuchten der Perlen gestattet, welche zu diesem Zwecke auf eine mit verschieden großen Öffnungen versehene Drehscheibe (auf dem Tisch des Mikroskopes) gelegt werden müssen. Eine zweite, mehrfach gelenkig angeordnete Lichtquelle gestattet die Beleuchtung der Perlen und die Untersuchung der Oberfläche sowie der Verhältnisse bei der Reflexion des Lichtes dieser Lichtquelle.

Bei der Beobachtung der Oberfläche erkennt man jene feine Zeichnung, welche allein die echten Perlen vor allen anderen Gebilden auszeichnet, die als »Perlen« ausgegeben werden könnten. Die Feinheit der Zeichnung und die Regelmäßigkeit sind die Voraussetzung für die Schönheit der Oberfläche; je regelmäßiger die Zeichnung verläuft, desto gleichmäßiger ist die Beschaffenheit der Perle auf der ganzen Oberfläche und desto schöner ist die Gesamtwirkung. Die beigegebenen Abbildungen 63 und 64 illustrieren das Gesagte. Abbildung 63 entspricht einer zufällig entstandenen Perle sehr guter

Beschaffenheit, einer sogenannten Roséperle, die Abbildung 64 einer gezüchteten Perle mittelmäßiger Qualität und es ist wohl ein Unterschied in der Regelmäßigkeit der Zeichnung zu erkennen. Das Bild der Oberfläche verändert sich auch, wenn eine Perle geschält wird, und zwar verschwinden dann jene kleinen Aragonitblättchen, welche der weiterwachsenden Elementarlamelle vorgelagert sind.

Ist eine Perle künstlich gefärbt, so setzt sich der Farbstoff mit Vorliebe in die Linien der Oberflächenzeichnung, während die Elementarlamellen selbst mehr oder weniger frei von dem Farbstoffe sind. Eine etwaige Lack-

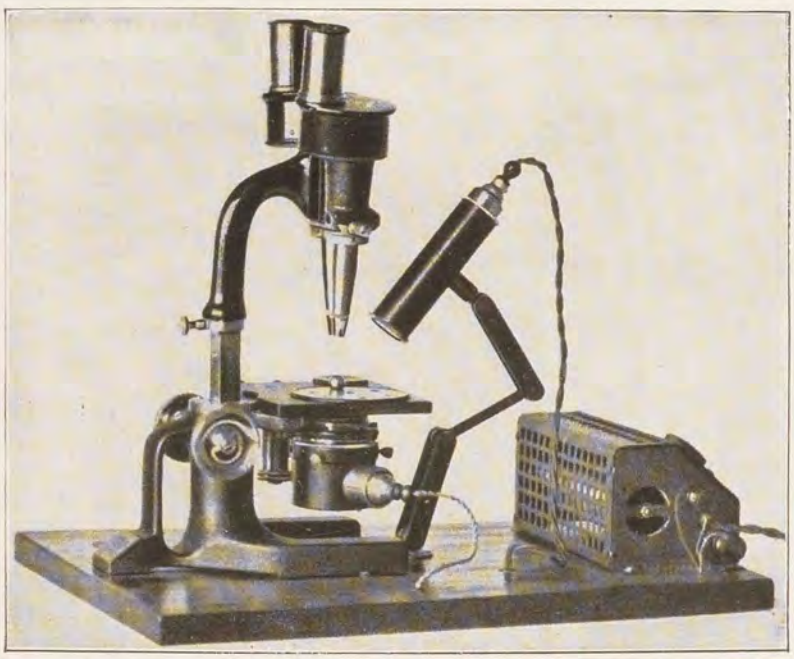

Abb. 62.
Universalperlenmikroskop der Optischen Werke C. Reichert (Wien).

schicht gibt sich sofort durch ihre glasige Beschaffenheit zu erkennen und ebenso springen alle jene Stellen, welche etwa mit irgendeinem Kitt ausgebessert sind, sofort dadurch in die Augen, daß auch ihnen die bezeichnende Oberflächenzeichnung fehlt. Jede Imitation, und sei sie noch so gut gelungen, ist durch das Fehlen dieser zarten Linien ausgezeichnet, und die Abbildung 65, welche einer sehr gut gelungenen Imitation einer Perle entspricht, zeigt die Oberfläche dieser Imitation bei 170facher Vergrößerung. So sehen alle Stellen einer Perle aus, welche etwa verkittet und sodann mit Perlenessenz überzogen wurden. Hat man derart die Oberfläche der

Perle geprüft, durchleuchtet man sie mit dem starken konzentrischen Lichtbündel, welches die Lampe unter dem Tische liefert. Hiebei zeigen sich alle Ungleichheiten im Aufbau der Perle, wenigstens die in den äußeren Schichten, mit überraschender Deutlichkeit, und besonders Sprünge sind auf diese Weise leicht festzustellen und zu verfolgen.

Ein Spezialzweck bei der Konstruktion des Mikroskopes war die Untersuchung gezüchteter Perlen.

Es war klar, daß bei genügender Größe des Perlmutterkernes seine optischen Eigentümlichkeiten sich durch die Hülle bei geeigneter Beleuchtung auswirken würden. Die Perlmutter besteht aus ungefähr in parallelen Ebenen übereinanderliegenden dünnen Perlmutterblättchen, wirkt in gewissen Stellungen zur Lichtquelle als Spiegel und ist je nach der Richtung sehr verschieden lichtdurchlässig. Fällt das Licht senkrecht auf die Oberfläche dieser »Schicht«-Ebene, wird der größte Teil reflektiert und nur wenig durchgelassen, dagegen wird umgekehrt wenig Licht reflektiert und viel durchgelassen, wenn es parallel den Schichtebenen die Kugel passiert. Ist die Hülle nicht zu stark, kann man diese Eigentümlichkeit bei Durchleuchtung mit einer starken Lichtquelle sowie auch im reflektierten Lichte erkennen. Diese Verhältnisse wurden schon von F. E. Wright vom Carnegie-Institut in Washington (Journ. Washington Acad. Sc., 1923) zur Erkennung

Abb. 63.
Oberfläche einer zufälligen hochwertigen Perle. (Mikrophotographische Vergrößerung 420.)

von gezüchteten Perlen benützt und waren auch bei der Ausstattung des Perlenmikroskopes mitbestimmend. — Abbildung 62 zeigt das Perlenmikroskop ohne Kernmeßapparat.

Zunächst wird die Perle auf der Drehscheibe des Tisches mit intensivem Lichte durchleuchtet; hiebei zeigt die zufällige Perle beim Drehen um beliebige Achsen keinen Wechsel in der Intensität des Bildes. Es zeigt sich meist ein dunklerer Kern in der Mitte, der allmählich nach außen zu heller wird. Sprünge, Unregelmäßigkeiten im Aufbau, Verkittungen usw. treten hiebei mit der größten Schärfe in Erscheinung und lassen sich in ihrer Ausdehnung überblicken, was namentlich auch für die Beurteilung der Schälbarkeit in Frage kommt. Die Abbildung 66*B* gibt eine Vorstellung von dem Bild. Der dunkle Kern kann größer oder kleiner sein, der Abfall an Intensität auch stärker. Die gezüchtete Perle zeigt im Prinzip das gleiche Bild, der dunkle Kern hellt sich jedoch auf, wenn man die Perle von der dunkelsten Stellung um weitere 90° dreht. Es sind das dann die Stellungen, in denen das Licht senkrecht und parallel den Schichten der Perlmutter die Kugel passiert. Dieser Wechsel der Intensität des Bildes ist das bezeichnende für eine gezüchtete Perle mit Perlmutterkugel. Der Kern macht sich weiter dadurch bemerkbar, daß in der dunkelsten Stellung der Abfall an Intensität gegen die Hülle

Abb. 64.
Oberfläche einer japanischen gezüchteten Perle mittlerer Qualität. (Mikrophotographische Vergrößerung 420.)

schroffer ist (Abb. 66*A*). Wenn der Kern aus geschichteter, etwas verschieden durchlässiger Perlmutter gebaut ist, macht sich dies, falls das Licht parallel zu den Schichten den Kern passiert, in einer deutlichen Streifung des Kernes bemerkbar (Abb. 66*C*), welche nur im zentralen Teile der Perle auftritt. Die Streifung kann aber auch fehlen. Man muß sich hüten, bei der Durchleuchtung die optische Erscheinung eines Kernes, welche besonders bei Einbettung in stark lichtbrechende Flüssigkeiten sichtbar ist, für den »Kern« der Perle zu halten. Der Wechsel in der Intensität und die oft auftretende Streifung machen erst die Erscheinung beweiskräftig. Ebenso entspricht die Größe des Kernes nicht etwa dieser optischen Erscheinung; man darf nicht den bei Kugeln aus durchscheinendem Material in einer gewissen Entfernung vom Rande bei dieser Untersuchung auftretenden dunklen Rand als Begrenzung des »Kernes« ansehen. Die Erscheinungen können oft durch Einbetten der Perle in eine stark lichtbrechende Flüssigkeit und durch Farbenfilter verstärkt werden.

Abb. 65.
Oberfläche einer Perlenimitation. (Vergrößerung 170.)

Das Drehen der Perle erfolgt zweckmäßig mit einer Gummipinzette oder mit einem Glasstab, an den man ein Stückchen eines Gummischlauches angesteckt hat. Das Auge muß ausgeruht sein und darf nicht durch störendes Nebenlicht beeinflußt werden, weshalb ein dichter Schirm aus Tuch den ganzen Apparat umgibt. Selbstverständlich ist die Erscheinung in hohem Grade von den Dimensionen des Kernes und der Hülle abhängig und schwächt sich immer mehr ab, je stärker die Hülle und je kleiner der Kern wird. Die für den Handel allein wichtigen Perlen mit großem Perlmutterkern sind aber dadurch feststellbar. Zur Illustration wurden Perlen mit sehr schwacher Hülle gewählt, um die Erscheinungen möglichst stark zu zeigen.

Ein Kern aus anderem Material, etwa Marmor, würde keinen Wechsel in der Intensität, auch keine Streifung zeigen, ebenso verhält sich eine gezüchtete Perle mit einer kleinen Perle als Kern. Diese, wie die kernlosen gezüchteten Perlen sind aber für den Handel bedeutungslos. Ob Kerne

aus Marmor bei der Seeperlmuschel verwendbar sind, scheint nicht sicher zu sein, gesehen hat der Verfasser solche Perlen nicht.

Beleuchtet man die Perle mit der zweiten, gelenkig verstellbaren Lampe, so sieht man in gewissen Stellungen ein Aufglänzen der Perle, und zwar kommt der Glanz aus ihrem Innern. Es ist das jene Stellung, in der die Perlmutter als Spiegel wirkt; man kann an einer Perlmutter-

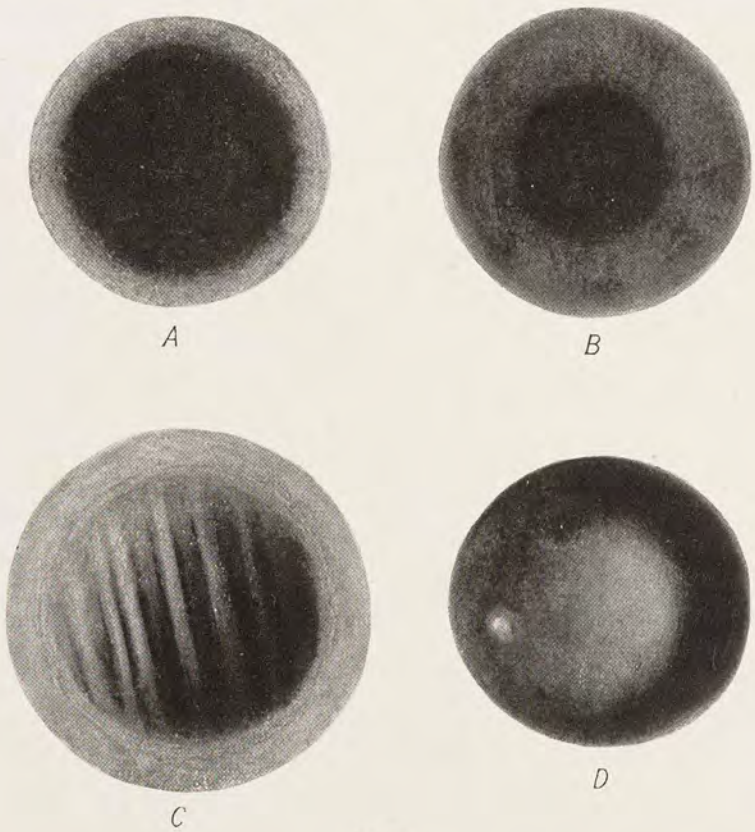

Abb. 66.
Bilder beim Durchleuchten von Perlen. (Beschreibung im Text.)

kugel die Erscheinung sehr leicht beobachten. Nur in zwei um 180° verschiedenen Stellungen leuchtet die Perle aus dem Inneren auf, unabhängig von dem äußeren Glanz der Oberfläche. Es erscheint in diesen Stellungen ein an einem Punkte konzentriertes, etwas rötlich schimmerndes Licht in Form eines erleuchteten Fleckes. Abbildung 66 D zeigt die Erscheinung schematisch. Bei zufälligen Perlen fehlt diese Erscheinung, bei stärkerer Hülle und kleinem Kern schwächt sie sich ab.

Bezüglich der schematischen Bilder in Abbildung 66 muß bemerkt werden, daß sie in dem Sinne idealisiert sind, daß besondere günstige Fälle zur Abbildung gewählt wurden. Es wird sich bei weitergehender Erfahrung des einzelnen eine gewisse Übung herausbilden, die es gestattet, auch viel feinere Erscheinungen zu erkennen und richtig zu deuten. Um sich einzuarbeiten, beginnt man zweckmäßig mit der Untersuchung von Perlmutterkugeln, welche man orientiert gebohrt hat. Eine Kugel soll den Bohrkanal senkrecht zu den Schichten der Perlmutter, eine parallel und eine schräg dazu geführt haben. Man wird dann mühelos die Typen der Erscheinung erfassen und dann an Beobachtungen, die man an der Hand bekannter Perlen sammelt, jenen Überblick über die Möglichkeiten gewinnen, der zu einem sicheren Urteile nötig ist. Für die folgenden Untersuchungen mit dem Kernmeßapparat benötigt man zu dem gleichen Zwecke orientiert gebohrte, gezüchtete Perlen.

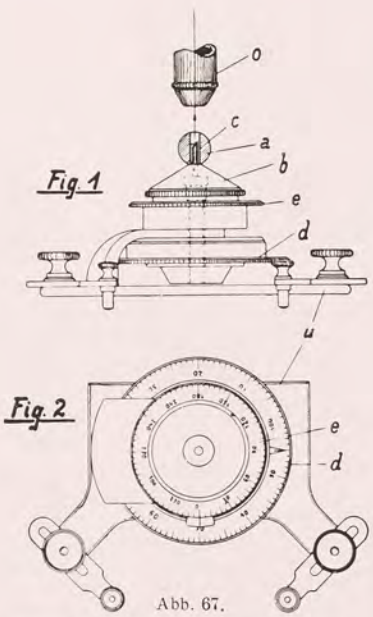

Abb. 67.
Schnitt und Aufsicht des Kernmeßapparates.

Das Mikroskop besitzt weiter einen sogenannten »Kernmeßapparat«, der es gestattet, das Innere des Bohrkanales abzuspiegeln. Die ersten Versuche in dieser Richtung rühren von F. Ryziger und A. Galibourg her (Le Grand Négoce, 1923), die Quecksilber in den Bohrkanal einführten und die runde Oberfläche des Quecksilbers als Spiegel verwendeten. Die Beleuchtung der Perle erfolgt mit einer starken Lampe von der Seite her; die Perle läßt so viel Licht durch, daß ein scharfes Abspiegeln des Bohrkanals möglich ist.

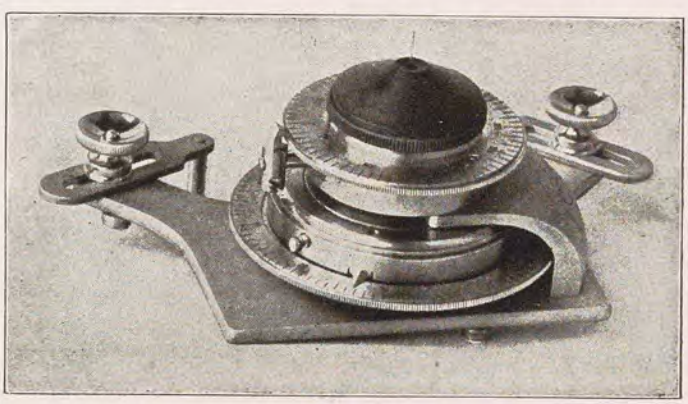
Abb. 68.
Kernmeßapparat. (Optische Werke Reichert, Wien.)

F. E. Wright verwendet (l. c.) zum Abspiegeln einen kugelig abgeschmolzenen Draht aus Gold oder einer geeigneten Legierung, H. Michel und G. Riedl verwenden unter 45° abgeschrägte Drähte aus nicht rostendem Stahl, die gute Politur annehmen und scharfe Bilder liefern. Die Ab-

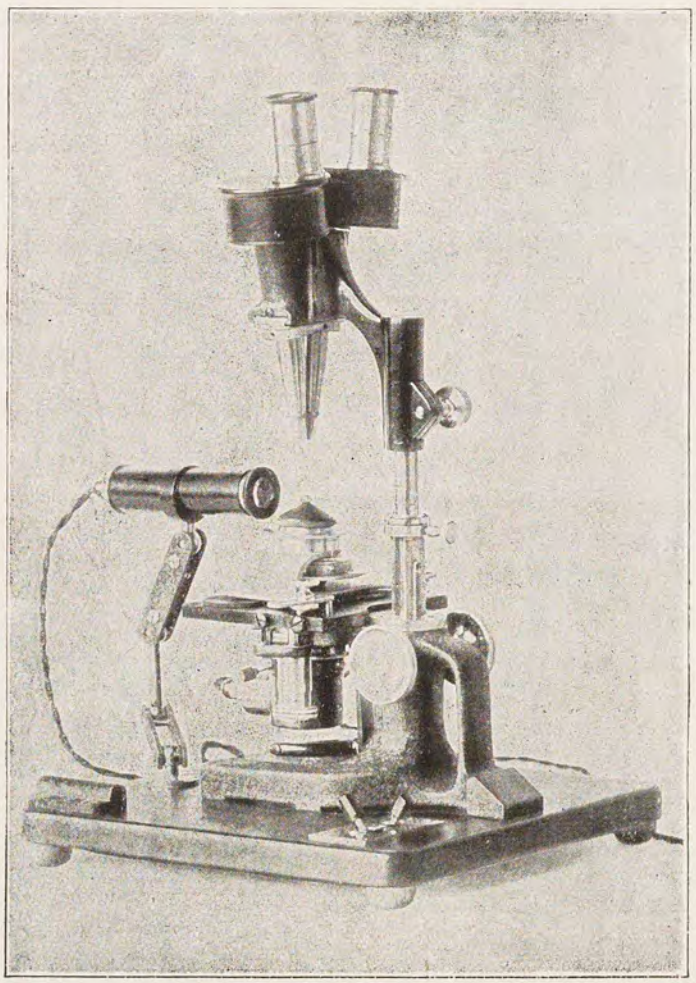

Abb. 69.
Kernmeßapparat auf dem Perlenmikroskop.

bildung 67 gibt in Figur 1 einen Schnitt, in Figur 2 eine Sicht von oben auf den Kernmeßapparat. Abbildung 68 zeigt den Kernmeßapparat allein, Abbildung 69 denselben montiert auf dem Universalperlenmikroskop nach H. Michel und G. Riedl.

Der Kernmeßapparat besteht aus einem konischen Untersatz *(b)*, auf dessen zentrische Bohrung die zu untersuchende Perle *(a)* aufgelegt wird. Durch die Öffnung des Untersatzes und durch den Bohrkanal der aufsitzenden Perle tritt von unten her ein Metallstift ein, der mittelst einer Drehscheibe *(d)* auf und ab bewegt werden kann, wodurch es möglich ist, ihn in jeder gewünschten Höhe des Bohrkanals einzustellen. Der Stift ist an seinem oberen Ende unter 45° abgeschliffen und durch eine sorgfältige Politur spiegelnd gemacht. Die Perle wird durch eine kleine Glühlampe, die mittelst mehrerer Kugelgelenke in jede beliebige Lage zur Perle gebracht werden kann, beleuchtet, und zwar so, daß sich die von der Lichtquelle kommenden Strahlen, die eine Sammellinse durchsetzen, etwa im Mittelpunkte der Perle vereinigen. Dadurch ist erreicht, daß der Bohrkanal hell erleuchtet ist und die Struktur seiner Wände deutlich erkennbar ist. Lichtquelle und Spiegel, welch letzterer wohl in der Höhe verstellbar, nicht aber drehbar ist, werden in eine solche gegenseitige Lage gebracht, daß das Spiegelbild der jeweils eingestellten Partie des Bohrkanals durch eine oberhalb der Perle angebrachte Lupe oder besser durch den binokularen Tubus des Perlenmikroskopes oder den monokularen Tubus mit Vertikalilluminator, Buchstabe *o* der Figur 1 mit mittlererer Vergrößerung gut beobachtet werden kann.

Da es notwendig erscheint, die Wand des Bohrloches in gleicher Höhe auch rundum beobachten zu können, um den Verlauf gewisser Linien festzustellen, ist bei fixer Lage des Spiegels die Perle um diesen beweglich, und zwar mit Hilfe der Drehscheibe *(e)* des konischen Untersatzes, auf welchem die Perle ruht. So ist es durch die gegebene Konstruktion des Apparates möglich, jede beliebige Stelle im Innern des Bohrkanales zu beobachten. Der Apparat gestattet es, den zonaren Aufbau der Perle zu verfolgen sowie auch die Gegenwart eines Kernes zu erkennen und, was besonders hervorzuheben ist, bei Zuchtperlen die Dimensionen von Kern und aufgelagerten Perlmutterschichten messend zu verfolgen.

Um diesem Zweck zu genügen, sind beide Drehscheiben mit Teilungen versehen. Die Drehscheibe *(d)*, welche den Metallstift trägt, erlaubt es, vertikale Verschiebungen des Spiegels um 0·01 *mm* abzulesen und gerade diese Möglichkeit versetzt uns in die Lage, die Größe des Kernes einer Zuchtperle und die Dicke der aufgelagerten Schichten auf das genaueste ziffernmäßig auszudrücken.

Die mit einer Gradteilung ausgestattete Scheibe *(e)*, welche die Perle trägt, erlaubt es wieder, die Lage gewisser beobachteter Stellen der Wand des Bohrkanales (auch des sonstigen Perlenkörpers) entweder zueinander oder in ihrer Lage zur Perle festzuhalten und zu messen. Es kommt dies besonders bei den Licht- und Schattenbildern in Betracht, welche der

Spiegel bei der Drehung der Perle zeigt, und die ihrerseits wieder abhängig sind von der Lage des auffallenden Lichtes zu den Schichten des aus gedrehter Perlmutter bestehenden Kernes der Zuchtperle.

Auch die Untersuchung von halbgebohrten Perlen kann mittels des Kernmeßapparates erfolgen.

Es wird zu diesem Zwecke mittels eines Halters ein ganz niedriger Zylinder, der dem Umfange des Bohrloches angepaßt ist, oben unter 45° abgeschrägt und an einem gesteiften dünnen Draht befestigt ist, in die Bohrung mit der Spiegelfläche nach oben versenkt und beobachtet. Dieser Halter wird mit dem Kernmeßapparat fix verbunden und die Perle mit jenem Gewinde, welches sonst den spiegelnden Draht hebt und senkt, gegenüber dem jetzt fixierten Spiegel verschoben. Herr K. W. Müller in Berlin hat sich besonders mit dieser Frage beschäftigt und eine Reihe von Möglichkeiten praktisch erprobt.

Neuerdings wurden von H. Michel und G. Riedl Glasnadeln mit unter 45° angeschliffenen Flächen, welche als reflektierende Prismen wirken, zur Untersuchung des Bohrkanales von Perlen, namentlich von halbgebohrten Perlen, eingeführt. Man beobachtet durch die durchsichtige Glasnadel, welche in den Bohrkanal eingeschoben wird. Die Nadel hat außer der unter 45° angeschliffenen Endfläche noch eine ebene Seitenfläche so angeschliffen, daß die Endfläche mit dieser Seitenfläche ein reflektierendes Prisma bildet. Man kann diese Glasnadeln auch dazu benützen, um die Perlen vom Bohrkanale aus mit starkem Lichte zu durchleuchten. Bei gezüchteten Perlen sieht man eine streifenförmige Verteilung des Lichtes, bei zufälligen Perlen diffus abgegrenzte Flecke. Auch die Reflexion des Lichtes in den einzelnen Schalen einer zufälligen Perle läßt sich mit den Glasnadeln verfolgen. (Deutsche Goldschmiedezeitung, 1926, Nr. 11.)

Beim Absuchen des Bohrkanales mit dem Spiegel erkennt man deutlich jede Ungleichheit, da sie sich durch Wechsel in der Intensität der Beleuchtung oder durch eine verschiedene Färbung zu erkennen gibt. Man kann den zonaren Aufbau der zufällig entstandenen Perlen verfolgen, die dadurch ausgezeichnet sind, daß nacheinander im Spiegel vielfache Grenzen erscheinen, welche alle parallel zueinander verlaufen und den verschiedenen Zonen entsprechen, aus denen zufällige Perlen bestehen. Dagegen hat man bei der gezüchteten Perle im allgemeinen während des Durchlaufens der Hülle ein einheitlich erleuchtetes Bild, bemerkt sodann eine scharfe Grenze, die der Trennungsebene Kern gegen Hülle entspricht. Während die zufällige Perle beim Drehen um den Spiegel in der gleichen Höhenlage keinen Wechsel in der Intensität der Beleuchtung erkennen läßt, zeigt die gezüchtete Perle je nach der Stellung der Schichten des Perlmutterkernes wechselnde Helligkeit des diesem Kern entsprechenden Teilbildes. Hievon

macht nur jener Fall eine Ausnahme, in welchem die Schichten des Perlmutterkernes normal zum Bohrkanal verlaufen; in diesem Falle ist ein Wechsel in der Intensität nur durch Verstellen der Lichtquelle zu erreichen. Auch im Perlmutterkern können sich Linien zeigen, welche den Schichten des Kernes entsprechen. Da diese Schichten aber in nahezu parallelen ebenen Flächen angeordnet sind, während der Zonenbau von Perlen nach Kugelflächen erfolgt, verhalten sich diese Linien beim Drehen der Perle anders als etwa die den Zonen entsprechenden Linien. Ein weiterer Unterschied zwischen den Grenzlinien bei zufälligen Perlen und bei gezüchteten liegt darin, daß sich bei zufälligen Perlen die Grenze öfters verzahnt, also nicht in einer Linie verläuft, sondern von äußeren Ebenen auf innere Ebenen der Perle übergreift, während die gezüchtete Perle stets eine scharfe, in einer einzigen Kugelebene gelegene Trennungslinie zeigt. Ab und zu erkennt man bei der gezüchteten Perle zwischen Hülle und Kern Konchyolineinlagerungen, die manchmal einschrumpfen und dann Hohlräume bilden können; auch in der Hülle gezüchteter Perlen sind öfters Konchyolineinlagerungen zu finden.

Um die Dicke der Hülle ziffernmäßig zu erfassen, liest man die erste Einstellung auf die Oberfläche der Perle ab, sodann die Einstellung auf die Trennungslinie zwischen Kern und Hülle, die Differenz gibt in Hundertstel-Millimetern die Dicke der Hülle. Es ist klar, daß dieser Wert große Bedeutung für die Berechnung einer Perle und für die Beurteilung der Güte der gezüchteten Perle hat. Je stärker diese Hülle ist, desto haltbarer werden die gezüchteten Perlen sein und mit desto größerer Gewißheit wird sich z. B. das Schälen an ihnen durchführen lassen.

Im allgemeinen werden die Dimensionen des Kernes und der Hülle einer gezüchteten Perle stark überschätzt. Man schätzt den Kern bis zu 80—90 % des Gewichtes, während er in Wirklichkeit etwa 25—30 % beträgt, weil das Volumen und damit das Gewicht einer Kugel mit der dritten Potenz des Radius steigen, sich also das Gewicht von Kugeln vom Radius 1 : 2 : 3 verhält wie 1 : 8 : 27.

In der Drehscheibe des Tisches des Mikroskopes ist auch eine mattierte Glasplatte vorhanden, welche die Untersuchung von Edelsteinen im durchfallenden Lichte gestattet, und ebenso kann an Stelle der normalen Drehscheibe eine Scheibe mit den auf Seite 44 erwähnten Filtern eingeschaltet werden.

Ein wesentlicher Teil der Arbeit, die notwendig ist, um etwa eine größere Schnur zu untersuchen, wird übrigens in der nächsten Zeit durch ein Verfahren geleistet werden können, welches auf der Ausnützung der magnetischen Eigenschaften des Perlmutterkernes der gezüchteten Perle beruht.

Der Kern der gezüchteten Perle besteht bekanntlich aus geschichteter Perlmutter und die Aragonitblättchen sind in diesem Kerne ungefähr in parallelen Ebenen angeordnet. Diese wichtige Anordnung der Aragonitblättchen im Perlmutterkerne der gezüchteten Perle läßt ein verschiedenes physikalisches Verhalten in verschiedenen Richtungen erwarten. Die elektrische Leitfähigkeit, die Wärmeleitfähigkeit sind von der Richtung abhängig, besonders aber gilt das von dem Verhalten im magnetischen Felde. Aragonit wird in dem Felde eines Elektromagneten abgestoßen, er ist eine diamagnetische Substanz. In den Richtungen der einzelnen kristallographischen Achsen ist der Aragonit verschieden stark diamagnetisch und so stellt sich ein Kern aus geschichteter Perlmutter im Felde eines Elektromagneten orientiert ein. Eine kugelige zufällige Perle zeigt in allen Richtungen zufolge ihres konzentrisch schaligen Aufbaues die gleichen strukturellen Verhältnisse und bleibt im magnetischen Felde in Ruhelage.

Eine seit Monaten von H. Michel und G. Riedl ausgeprobte Apparatur wird in der nächsten Zeit in den Handel kommen und wird bei größeren Mengen von zu prüfenden Perlen, namentlich von ungebohrten Perlen, gute Dienste leisten. Man wird nicht mehr alle Perlen ausmessen, sondern nur stichprobenweise die Perlen mit dem Kernmeßapparate vermessen und sich bei den restlichen Perlen mit der Feststellung begnügen, ob sie einen Perlmutterkern besitzen oder nicht. Nach wie vor wird man aber auf die Möglichkeit einer exakten Ausmessung der Perlen den größten Wert legen müssen.

Sehr viel Wert wurde namentlich in den ersten Monaten des Erscheinens der gezüchteten Perlen darauf gelegt, daß sich die gezüchteten Perlen von den zufälligen durch verschiedene Lumineszenzerscheinungen unterscheiden sollten. Es ist richtig, daß Perlen verschiedener Provenienz, z. B. mit ultravioletten Strahlen etwas verschiedene Lumineszenzerscheinungen zeigen; dagegen verhalten sich zufällig entstandene japanische Perlen genau so wie gezüchtete japanische Perlen und beide vielfach so wie australische und indische Perlen. Es kann also auf diese Art und Weise lediglich unter günstigen Umständen (nicht immer!) die örtliche Provenienz der Perlen festgestellt werden, keinesfalls aber die Frage gelöst werden, ob die Perlen gezüchtet oder nicht gezüchtet sind.

Eine sehr einfache Methode, einen Verdacht zu gewinnen, daß gezüchtete Perlen vorliegen, besteht darin, daß man in eine Flüssigkeit von bekanntem spezifischen Gewichte die zu prüfenden Perlen bringt. Die gezüchteten Perlen haben im allgemeinen ein etwas höheres spezifisches Gewicht als die nicht gezüchteten, wenn dies auch nicht für alle Perlen gilt. Es gibt auch zufällige Perlen, die spezifisch schwerer sind als gezüchtete. Immerhin haben aber Versuche mit einer Flüssigkeit vom spezifischen

Gewichte 2,72 folgendes Ergebnis gehabt: von 101 nicht gesunden zufälligen Perlen von Venezuela schwammen 96, 5 sanken unter, von 135 gesunden zufälligen Perlen schwammen 128, 7 sanken unter, von 34 japanischen Perlen schwamm eine, während 33 sanken. In der ersten Partie hatte eine Perle eine Dichte von 2,36, 37 Perlen hatten eine Dichte zwischen 2,35 und 2,545, 31 Perlen hatten eine Dichte zwischen 2,545 und 2,608, 32 Perlen eine Dichte zwischen 2,608 und 2,73. In der zweiten Partie von 135 gesunden zufälligen Perlen von Venezuela lagen die Werte für das spezifische Gewicht zwischen 2,506 und 2,73. Von den 30 japanischen Perlen hatte eine Perle die Dichte von weniger als 2,726, 3 Perlen hatten eine Dichte zwischen 2,726 und 2,745, 25 Perlen hatten eine Dichte zwischen 2,745 und 2,78, eine Perle eine Dichte zwischen 2,78 und 2,79. In einer Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 2,74 schwammen daher alle Perlen der ersten Partie von 101 Stück, weiters alle Perlen von der zweiten Partie von 135 Stück, von den 34 japanischen Perlen schwammen 4 und 30 sanken. Wenn also auch das Resultat dieser Prüfung kein absolut sicheres ist, so erhält man doch schwerwiegende Verdachtgründe durch diese Art der Untersuchung. Da jede neue Serie von Perlen andere Zahlen ergeben würde, darf man diesen hier wiedergegebenen Zahlen keine zu große Bedeutung beimessen. Man kann derartige Flüssigkeiten vom spezifischen Gewicht 2,72 oder 2,74 leicht durch Mischung einer schwereren mit einer leichteren Flüssigkeit erhalten, und in Paris, wo die erwähnte Serie von Bestimmungen gemacht wurde, hat man Azetylentetrabromid und Monobromnaphtalin vorgeschlagen. Diese Flüssigkeiten haben den Vorteil, daß ihre Dichte etwas beständiger ist als etwa die Mischung Azetylentetrabromid und Benzol. Man muß nur darauf achten, daß das Monobromnaphtalin die Schleimhäute stark angreift, z. B. Bindehautkatarrhe des Auges verursacht und weiter auch fette Flecke hinterläßt. Als Reinigungsflüssigkeit kommt Benzol in Frage (La Perle, Paris, Nr. 12, 1925).

Neben der optischen Prüfung, der Untersuchung im Felde eines starken Elektromagneten und dieser Bestimmung des spezifischen Gewichtes, die natürlich auch auf einer Wage zur Ermittlung des spezifischen Gewichtes erfolgen kann, kommt noch die Prüfung mit Röntgenstrahlen in Frage, welche sich auf fast allen Gebieten der Naturwissenschaft so ausgezeichnet bewährt haben. Die Unterschiede in der Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen sind jedoch bei den Substanzen, welche beim Aufbau der Perlen in Frage kommen, so gering, daß die Schattenbilder zufälliger und gezüchteter Perlen sich nicht merkbar voneinander unterscheiden. Es gelingt auch nicht, einen Unterschied im Schattenbild der gezüchteten Perle zu finden, der etwa von der Richtung abhängig wäre, in welcher die Perle durchstrahlt wird. Auch der Hohlraum, welcher sich manchmal zwischen

Kern und Hülle einschaltet, ist auf diesem Wege noch nicht erfaßbar. Zudem haben auch zufällige Perlen, wie wir gesehen haben, infolge ihres zonaren Aufbaues an mehreren Stellen durch Schrumpfung des Konchyolins derartige Hohlräume und es wäre auch aus diesem Grunde eine sichere Entscheidung aus der Feststellung eines Hohlraumes nicht möglich.

Dagegen erscheint eine Art der Verwendung von Röntgenstrahlen geeignet, eine gewisse Klärung über den inneren Aufbau der Perlen herbeizuführen, das ist die Aufnahme der Beugungs- und Spiegelungserscheinungen, welche ein Bündel Röntgenstrahlen beim Durchgange durch Kristalle zeigt. In den Kristallen sind die einzelnen Atome, aus denen die Substanz der Kristalle zusammengesetzt ist, entlang gerader Linien, die zu Ebenen vereinigt sind, derart angeordnet, daß sie in gleichen Abständen wiederkehren. Diese Gitterlinien bilden Gitterebenen, diese wieder körperliche Punktsysteme und die Abstände der Gitterebenen in den Kristallen sind so klein, daß dadurch die Beugungs- und Spiegelungserscheinungen der Röntgenstrahlen hervorgebracht werden. Das ursprüngliche Röntgenstrahlenbündel, der primäre Strahl, bildet sich also nach dem Durchgange durch eine Kristallplatte nicht als ein einziger Punkt auf einer photographischen Platte ab, sondern je nach dem Symmetriegrade erscheinen in regelmäßiger Anordnung um das Bild des primären Strahles eine ganze Anzahl von Bildpunkten sekundärer Strahlen, die ihre Beugung dem regelmäßigen Feinbau des Kristalles verdanken.

Man hat, seitdem der deutsche Physiker Laue diese bahnbrechenden Versuche zuerst gemacht hat, eine große Anzahl von Mineralien nach seiner Methode untersucht und ihren inneren Bau ergründet und auch die Abstände zwischen den Gitterebenen zahlenmäßig gemessen. Etwa 2,837.000 solche Gitterebenen (Würfelebenen) wiederholen sich z. B. beim Diamanten auf einem Millimeter. Auf diese Art hat man auch die Unterschiede erfaßt, die sich im inneren Bau des Kalkspates und des Aragonites zeigen, Verschiedenheiten, die ja auch in den kristallographischen und physikalischen Eigenschaften ihren Ausdruck finden. Je nach der Richtung, in der die Röntgenstrahlen einen Kristall passieren, treten im allgemeinen verschiedene Anordnungen der sekundären Strahlen auf, z. B. ist das sogenannte »Laue-Bild«, das die Anordnung der sekundären Strahlen um den Primärstrahl zeigt, beim Aragonit ganz verschieden, je nachdem es senkrecht auf eine der Perlmutterlamelle entsprechende Aragonitplatte aufgenommen wird oder in den Richtungen der Plattenausdehnung. Ausgezeichnete Bilder dieser Art hat Geheimrat Rinne im Jahre 1915 in den Sitzungsberichten der Sächsischen Akademie der Wissenschaften veröffentlicht.

Die Engländer W. H. und W. L. Bragg wendeten ein Verfahren an, bei dem der Kristall gedreht wird, wobei unter gewissen »Glanzwinkeln«

eine »Spiegelung« der Röntgenstrahlen dadurch erzielt wird, daß Interferenz eintritt. Wenn man die Wellenlänge der verwendeten Röntgenstrahlen kennt, kann man aus den Glanzwinkeln die Entfernung berechnen, in welcher die einzelnen Gitterebenen der Kristalle aufeinanderfolgen. Die Methode wurde durch E. Schiebold sowie H. Seemann in Deutschland weiter ausgebaut. Während bei Laue-Aufnahmen Röntgenstrahlen verschiedener Wellenlänge verwendet werden, müssen bei diesen letzteren Aufnahmen Röntgenstrahlen bestimmter Wellenlänge verwendet werden, die dem monochromatischen (einfarbigen) Lichte analog sind, daher auch »monochromatisch« genannt werden. Dies gilt auch für das dritte Verfahren, das Debye und Scherrer ersonnen haben. Während Bragg und Schiebold die Kristalle drehen müssen, nehmen Debye und Scherrer die Untersuchung an feingepulvertem Material vor. Die „Spiegelung" (Interferenz) findet jetzt an den Netzebenen der geeignet gelegenen feinsten Teilchen der gepulverten Substanz statt und die Drehung entfällt. Auf einer Filmtrommel, in deren Innerem die Substanz in Form eines gepreßten Stäbchens steht, bildet sich ein für die Substanz bezeichnendes Streifensystem ab. Derartige Aufnahmen hat jüngst F. Rinne in Leipzig (Zeitschrift für Kristallographie, 60. Bd., S. 66) mit gepulvertem Kalkspat, Aragonit, Vaterit sowie Perlmutter einer Nautilusschale gemacht.

Sehr schöne Erfolge haben M. Polanyi und Mitarbeiter mit der Anwendung dieser röntgenspektrographischen Methoden auf die Faserstoffe erzielt, das sind Stoffe, welche aus einer Vielheit von Kriställchen bestehen, die mit einer Hauptachse einer bestimmten Richtung parallel orientiert liegen. Es sind also Substanzen, welche keine einheitlichen Kristalle darstellen, aber doch nicht regellos orientiert sind, demnach Analogien zu den Perlen zeigen.

Wenn ein Bündel monochromatischer Röntgenstrahlen (die durch Verwendung gewisser Metalle oder Metallkombinationen als Anti-Kathode erhalten werden), durch eine Substanz geschickt wird und die etwa eintretenden Interferenzerscheinungen auf einer photographischen Platte festgehalten werden, die senkrecht zum einfallenden Röntgenstrahlenbüschel steht, ergeben sich folgende Möglichkeiten: Ist die Substanz ein einheitlicher Kristall, wird nur im Ausnahmsfalle eine Interferenzerscheinung zu beobachten sein, weil nur bei ganz bestimmten Winkeln, »Glanzwinkeln«, eine Interferenz eintritt. Dagegen wird bei Verwendung von Röntgenstrahlen wechselnder Wellenlänge bei gewissen Vorsorgen ein »Laue-Diagramm« entstehen, das ist ein Bild, bei dem um den primären Strahl, der sich als größerer schwarzer Fleck im Zentrum der Platte abbildet, eine Reihe mehr oder weniger symmetrisch verteilter Punkte angeordnet erscheint. Ist dagegen die Substanz aus zahlreichen kleinen, regellos verteilten Kriställchen zu-

sammengesetzt, so werden bei den regellos liegenden Kriställchen solche zu finden sein, die gerade den Glanzwinkel mit dem Bündel monochromatischer Röntgenstrahlen bilden, und zwar mit gleicher Wahrscheinlichkeit in allen Richtungen um den Mittelpunkt. Es werden also ringförmige Streifen auftreten (Abb. 70), die als Kreise den Durchstoßpunkt des primären Strahles mit der photographischen Platte umgeben. Vielfarbiges Röntgenlicht ergibt bei solchen Substanzen gleichmäßige Schwärzung der Platte. Bei Faserstoffen tritt eine Verstärkung der Interferenzen in gewissen Punkten auf, weil zufolge der geregelten Lage der Kriställchen in gewissen Richtungen häufiger Interferenz eintritt. Dadurch erhalten die „Faserdiagramme" eine gewisse Ähnlichkeit mit den Laue-Diagrammen (Abb. 71). Andererseits geben Laue-Aufnahmen an unvollkommenen Kristallen (die nicht streng einheitlich aufgebaut sind), Erscheinungen, die mit der Faserstruktur in enger Beziehung stehen. Es sind deutlich ausgeprägte Interferenzflecke zu sehen und daneben radiale und kreisförmig angeordnete Streifen von Schwärzung. Ein gutes typisches Laue-Bild erhält man also nur, wenn man einen vollkommen einheitlich gebauten Kristall zur Verfügung hat, und ebenso benötigt man einen guten, einheitlichen Kristall zur Aufnahme nach Bragg.

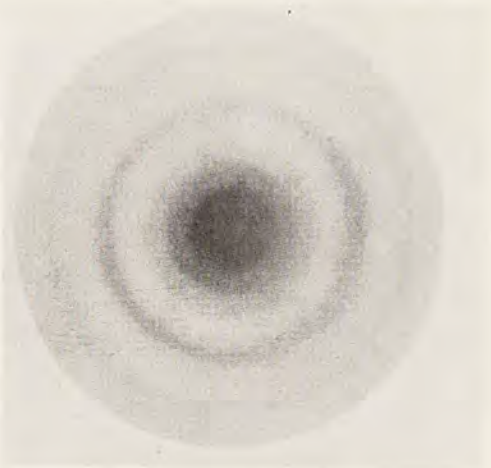

Abb. 70.
Debye-Scherrer Aufnahme von Chitin aus Krebsschalen; nach J. R. Katz, vgl. Abb. 71.

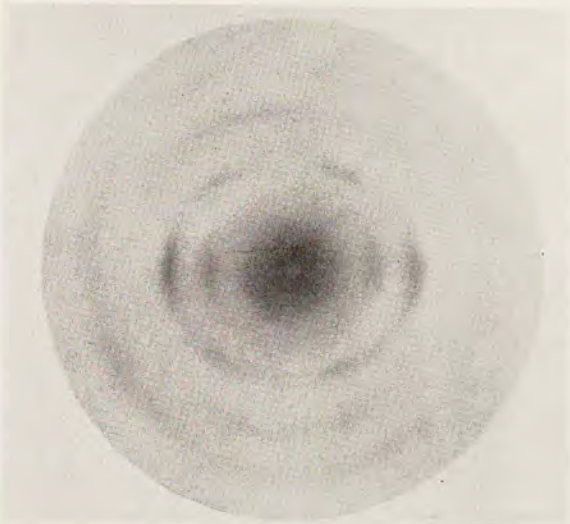

Abb. 71.
Debye-Scherrer Aufnahme eines Faserstoffes; nach J. R. Katz, aus: Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Berlin, J. Springer, 3. Bd.

Röntgenaufnahmen mit monochromatischen Strahlen nach dem Verfahren von Debye und Scherrer hat nun in der letzten Zeit ein Pariser Physiker, Herr A. Dauvillier, von zufälligen und gezüchteten Perlen gemacht und seine Beobachtungen im Bulletin 207 vom 5. Dezember 1924 der Société Française de Physique veröffentlicht. Versuche wurden gemacht mit Perlmutterkugeln, gezüchteten und zufälligen Perlen. Perlmutter zeigte Erscheinungen ähnlich den Laue-Bildern mit hexagonaler Symmetrie, wenn die Durchleuchtung senkrecht zur Schichtfläche der Perlen erfolgte, und vierstrahliger Symmetrie, wenn die Perlmutter parallel der Schichtfläche durchstrahlt wurde. Zufällige Perlen zeigen im Gegensatz dazu ein Ringsystem, ohne die für die Laue-Bilder bezeichnenden Punkte (die Einstiche der Sekundärstrahlen auf der photographischen Platte), gezüchtete Perlen zeigen das Ringsystem und die Punkte des »Laue-Bildes«. Aus dem Vergleiche der Intensität der beiden sich überlagernden Erscheinungen kann man nach Dauvillier auf das Verhältnis der Dimensionen von Perlmutterkern und Hülle schließen.

Ein Versuch, der mit zehn Perlen gemacht wurde, ergab, daß dieses Verfahren alle jene Perlen anzeigt, welche einen größeren von Perlmuttersubstanz verschiedenen Kern im Inneren besitzen, gleichgültig ob dies ein künstlicher Perlmutterkern oder der Kern einer zufälligen Perle ist.

Bei zufällig entstandenen Perlen zeigt sich also beim Kontrollversuche mehrmals das gleiche Bild und die Ursache liegt wohl in folgendem:

Zufällig entstandene Perlen haben oft einen Kern aus Kalkspat, der die sogenannte Prismenzone bildet; diese radial gestellten Kalkspatprismen zeigen nun, da sie gleichfalls eine in der Richtung des Röntgenstrahlenbüschels mehr oder weniger parallel gestellte Masse vorstellen, ein Bild, welches einem Faserdiagramme ähnlich ist. Die umhüllende Perlmutter gibt dann daneben das Ringsystem. Es können also natürliche Perlen mit einem Kern von radialstrahlig angeordneten Kalkspatprismen dasselbe Bild zeigen wie gezüchtete Perlen mit Perlmutterkern. Das Gemeinsame bei diesen beiden Arten von Perlen ist, daß sie beide einen Kern besitzen, welcher auf Röntgenstrahlen ähnlich wirkt wie eine Masse mit Faserstruktur. Die wechselnde Intensität gibt dann einen Anhaltspunkt für das Verhältnis der Größe des Kernes zum Überzug. Zufällige Perlen, welche nur oder überwiegend aus konzentrischschaligen Perlmutterschichten bestehen, zeigen nur das Ringsystem.

Es ist also das Verfahren von Dauvillier, so wie er selbst es anwendete, nur geeignet, sich ein Bild darüber zu machen, ob ein Kern in der Perle vorhanden ist, der für Röntgenstrahlen ähnlich wie eine Masse mit Faserstruktur wirkt, und wie groß relativ dieser Kern sei.

Es sind gegenwärtig Versuche im Gange, bei denen in verschiedenen Richtungen Aufnahmen gemacht wurden, weil sich erwarten läßt, daß ein

Perlmutterkern je nach der Richtung verschiedene Wirkung haben könnte, während dies bei zufälligen Perlen nicht der Fall ist. Die in der letzten Zeit durchgeführten Untersuchungen von W. F. Eppler, W. M. Lehmann und H. Rose (Deutsche Goldschmiedezeitung, Nr. 6, 1925) haben infolge unzulänglichen Untersuchungsmateriales leider nicht zu einem vollständig befriedigenden Abschluß geführt. Jedenfalls wird dieses Verfahren aber gestatten, in Zweifelfällen Klarheit zu schaffen, wenn es auch sicher ist, daß es sich niemals in die Praxis des Juweliers einbürgern wird. Die Aufnahme derartiger Röntgenogramme ist eine sehr kostspielige und zeitraubende Sache (eine Aufnahme erfordert ungefähr zwei Stunden Expositionszeit), die nur dort ernsthaft in Frage kommt, wo alle anderen Methoden versagen sollten.

Versuche, die W. M. Lehmann an überprüftem Material gemacht hat, haben ergeben, daß tatsächlich bei den gezüchteten Perlen eine Abhängigkeit von der Richtung bei den Interferenz- und Beugungserscheinungen nachweisbar ist, während bei den zufälligen Perlen sich alle Richtungen gleich verhalten.

Die Züchtung von Perlen hat eine ganze Reihe von Fortschritten in der wissenschaftlichen Untersuchung ausgelöst, die notwendig waren, um eine Schädigung des Handels durch die schlecht gezüchteten Perlen zu verhüten. Daß es einer wissenschaftlichen Untersuchung der gezüchteten Perlen bedarf, um sie zu erkennen, darf uns nicht wundern, wenn wir daran denken, daß es Jahrzehnte gedauert hat, bevor Perlen durch Transplantation von Gewebeteilen angeregt werden konnten und bevor dieses Verfahren zu der Vollkommenheit ausgebaut wurde, mit der es heute gehandhabt wird.

DIE BEWERTUNG VON PERLEN.

Das Einheitsgewicht für Perlen ist das Grän, das Viertel eines Karates, so daß also das Gramm gleich 20 Grän zu setzen ist. Der Wert einer Perle steigt nun nicht linear mit seinem Gewichte, sondern man muß das Gewicht ins Quadrat erheben, um einen richtigen Anhaltspunkt für den Wert der Perle zu bekommen. Diese Zahl gibt den Wert der Perle »einmal«, wie man sich im Perlenhandel ausdrückt.

Nun ist aber der Wert einer Perle nicht nur vom Gewichte abhängig, sondern auch von der Form, von der Regelmäßigkeit der Oberfläche, der Farbe, dem Glanz, dem Orient der Perle, so daß zur Bewertung dieser Umstände ein zweiter Faktor, ein ausgesprochener Qualitätsfaktor, nötig ist und das ist die sogenannte »Malzahl«. In dem »Mal« prägt sich die Bewertung der Qualität der Perle aus. Wenn z. B. eine Perle 6 Grän Gewicht hat und zehnmal in Schweizer Franken bewertet wird, stellt sich ihr Preis auf: $6 \times 6 = 36$ (der Preis für einmal) $\times$ $10 = 360$ Schweizer Franken.

Dies »Mal« zu bestimmen, ist eine ungemein schwierige und verantwortungsvolle Sache, um so mehr, als die Regel, der Wert einer Perle steige mit dem Quadrat ihres Gewichtes nur bis zu gewissen Gewichten und nicht darüber hinaus gilt. Wenn also eine 50-Grän-Perle dieselbe Qualität hat wie eine 4-Grän-Perle, darf man trotzdem nicht für beide das gleiche »Mal« annehmen, weil sonst die ganz großen Perlen nahezu unbezahlbar würden. Es ist also ungemein viel Erfahrung nötig, um das richtige »Mal« zu bestimmen, das von so vielen Faktoren abhängig ist.

Liegt eine Schnur vor, deren einzelne Perlen gleich groß sind, ist der Gang der Rechnung der gleiche. Wenn 60 Perlen 240 Grän wiegen, wiegt eine Perle 4 Grän, somit kostet eine Perle $4 \times 4 = 16$ einmal und demnach 60 Perlen 960 einmal. Kürzer ist die Rechnung, wenn man das Durchschnittsgewicht 4 mit dem Gesamtgewichte multipliziert, was zahlenmäßig das gleiche ist. Wird die Schnur zehnmal in Schweizer Franken bewertet, so ist der Preis der Schnur $4 \times 240 = 960$ einmal, daher zehnmal $= 9600$ Schweizer Franken.

Viel komplizierter ist die Berechnung, wenn eine Schnur nicht aus Perlen gleicher Größe besteht, sondern einen »Verlauf« hat. Dann darf man nicht mehr das Durchschnittsgewicht der einzelnen Perle aus dem Gesamtgewichte und der Zahl aller Perlen ableiten, weil diese Berechnung zu stark von den wirklichen Verhältnissen abweichen würde. Eigentlich sollte ja jede Perle separat gewogen werden und die Summe der Quadrate der Einzelgewichte würde dann den Preis »einmal« ergeben. Mit einiger Genauigkeit kann man aber jeweils eine Gruppe nicht zu stark verschiedener Perlen zusammenfassen und für jede dieser Gruppen ein Gesamtgewicht sowie ein Durchschnittsgewicht der in ihr vertretenen Zahl von Perlen ermitteln. Wenn man so eine Schnur in fünf Größen berechnet, hat man nichts anderes gemacht, als fünf Schnüre mit jeweils gleich großen Perlen berechnet, wie wir das soeben getan haben. Kann man die Perlen nicht wägen, mißt man ihre Größe mit einer Perlenleere, von der Abbildung 72 einen Begriff gibt.

Eine Schnur mit 121 Perlen wiege z. B. 350 Grän und bestehe aus folgenden Größen, für welche gleich die Berechnung durchgeführt wird:

	Gesamtgewicht	Durchschnittsgewicht	Daher einmal
1 Perle	10	10	$10 \times 10 = 100$
10 Perlen	60	6	$6 \times 60 = 360$
20 Perlen	80	4	$4 \times 80 = 320$
20 Perlen	60	3	$3 \times 60 = 180$
70 Perlen	140	2	$2 \times 140 = 280$
121 Perlen	350 Grän		zusammen: 1240

Daher stellt sich der Preis für die gesamte Schnur einmal auf 1240. Wird die Schnur nun zwanzigmal in Schweizer Franken bewertet, ergibt sich ein Preis von 24.800 Schweizer Franken.

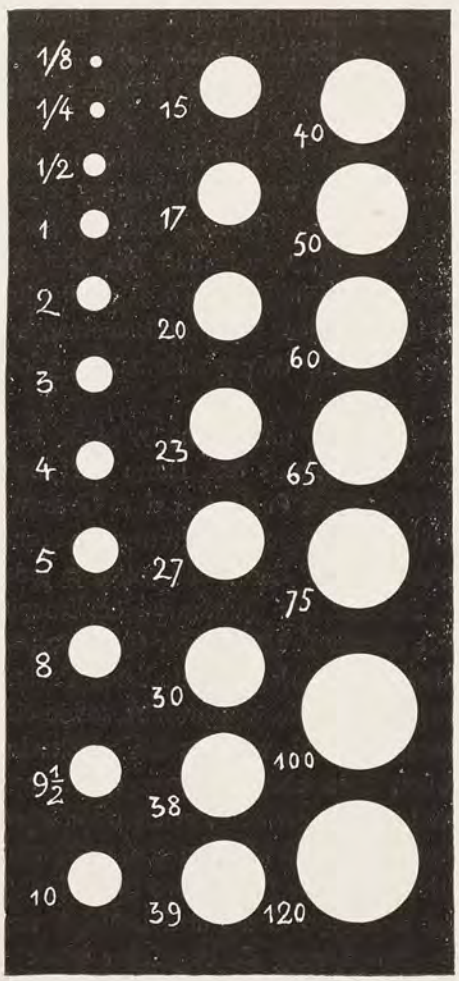

Abb. 72.
Perlenleere (nach Dr. G. F. Kunz). Die Zahlen geben das Gewicht der Perlen von der Größe der weißen Flecke in Grän an.

Geübte und erfahrene Perlenkenner rechnen überschlagsmäßig nicht in fünf Größen, sondern in einer Größe und machen dann einen Zuschlag für die sogenannte »Chute«, das ist der Abfall der einzelnen Perlen der Schnur nach ihrer Größe. Dieser Zuschlag muß um so größer sein, je mehr das errechnete Durchschnittsgewicht von dem wirklichen abweicht und es ist begreiflich, daß zu dieser Art der Berechnung sehr große Erfahrung gehört, wenn sie der Wahrheit entsprechen soll. Für unsere Schnur mit 121 Perlen und 350 Grän Gewicht ergibt sich ein Durchnittsgewicht von ca. 2·9 Grän für die Perle, sohin ist der Preis »einmal« $2{\cdot}9 \times 350 = 1015$ und man müßte bei einer Bewertung zwanzigmal, die erst einen Preis von $1015 \times 20 = 20.300$ Schweizer Franken ergeben würde, einen Aufschlag von 22% machen, um zu dem obigen Preise von 24.800 Franken zu kommen. Oder man darf dann die Schnur nicht zwanzigmal bewerten, sondern muß ein höheres Mal wählen, in unserem Falle 24.800 : 1015, das ist 24·4. Die Bewertung »24·4 mal« gäbe dann denselben Preis. Man wird aus diesen Beispielen sehen, daß die Bewertung von Perlen eine sehr verantwortungsvolle Sache ist, zu der viel Erfahrung gehört.

Dies gilt um so mehr, als der Perlenmarkt im allgemeinen viel stärkeren Schwankungen ausgesetzt ist als etwa der Diamantenmarkt. Aus dieser Art von Berechnung ergibt sich auch, daß eine Reihe von gut ausgesuchten und zusammengestellten Perlen, die einander in der Schönheit in hohem

Grade heben, viel teurer sein können als etwa der Erlös der einzeln und zu verschiedenen Gelegenheiten verkauften Perlen betragen würde, und daß die Entfernung einzelner Perlen aus einer Schnur einen Schaden verursacht, der viel größer ist als etwa der Wert der »entfernten« und dann »einzeln berechneten« Perlen.

Daß die gezüchteten Perlen gegenwärtig mit etwa 20 % jenes Preises bezahlt werden, den gleich schöne zufällige Perlen erzielen, ist schon erwähnt worden (S. 80). Die Preise für die japanischen Halbperlen, die sogenannten »Japanperlen« (S. 67) sind gewissen Schwankungen ausgesetzt; derzeit kosten sie in erster Qualität bei einem Durchmesser von 7 *mm* etwa 7 österreichische Schillinge, bei 8 *mm* etwa 12, bei 9 *mm* etwa 20, bei 10 *mm* etwa 40 österreichische Schillinge im Großhandel. Die zweite Qualität stellt sich etwa 40 % billiger als die erste.

IM HANDEL GEBRÄUCHLICHE BEZEICHNUNGEN VON PERLENARTEN.

Nach der GRÖSSE unterscheidet man:

Paragonperlen, nußgroß und darüber,

Kirschperlen, kirschgroß,

Stück- oder Zahlperlen, die einzeln verkauft werden,

Lot- oder Saatperlen, unter 1 Karat, die in Partien verkauft werden,

Sandperlen, Staubperlen, noch kleinere Perlen.

Nach der FORM unterscheidet man:

ganz runde Tropfen, Perlaugen,

länglichrunde Perlbirnen,

einseitig flache Boutonperlen,

unregelmäßig geformte Barockperlen oder, wenn besonders groß, Monsterperlen,

langgestreckte dünne Flügelperlen, die besonders in Amerika häufig gefunden werden (namentlich in Süßwassermuscheln),

Halbperlen, Teile von Perlen, die nicht allseitig gut ausgebildet sind,

Blisterperlen (Chicot), Perlen, die an der Schale angewachsen waren oder sonstige runde kugelige Auswüchse, die mit Teilen der Schale herausgeschnitten und verarbeitet werden (auch Perlwarzen genannt); hievon werden als Schalenperlen jene bezeichnet, die durch Verwachsen einer Perle mit der Schale entstanden sind,

»Slug«-Perlen, ganz unregelmäßige, aus zahlreichen, miteinander vereinigten kleineren Perlen bestehende größere Perlgruppen, auch amerikanische Süßwasserperlen werden so bezeichnet,

Fasselperlen, getragene und dadurch abgewetzte Perlen von der Form eines Fäßchens.

Nach der HERKUNFT unterscheidet man:

Orientalische Perlen, Perlen der marinen Perlmuscheln,

Süßwasserperlen oder Flußperlen, Perlen der Süßwasserperlmuscheln, darunter besonders bekannt die Passauerperlen aus den Perlbächen Bayerns und Oberösterreichs, die Schottenperlen aus den Perlbächen Schottlands sowie die oft wunderbar bunten amerikanischen Süßwasserperlen, auch kurz amerikanische Perlen genannt,

Conch-Perlen, aus Strombus gigas (Pinkperlen) oder Cassis madagascarensis,

Clam-Perlen, aus der Venus Muschel (weiß, schwarz, rotbraun),

Austernperlen, porzellanartig, matt, aus der eßbaren Auster,

Coque de Perle, Schalenaufwölbungen aus verschiedenen Mollusken mit Perlmutterschale (darunter auch Nautilus),

Japanperlen, Schalenauswüchse (künstlich angeregt), die durch einen Unterteil aus Perlmutter zu einer Kugel ergänzt werden,

Kulturperlen, Cultivé-Perlen, gezüchtete Perlen, Zuchtperlen, Mikimotoperlen, durch künstliche Anlegung eines Perlsackes auf operativem Wege (Transplantation) angeregte Perlen (meist mit Perlmutterkern),

Placuna-Perlen aus Placuna (Fensterglasmuschel) meistens dunkle Perlen ohne Glanz,

Pinna-Perlen, rote bis gelbrote Perlen, oft ohne Perlmutterglanz, durchscheinend, oft mit der Struktur der Prismenschichten auf der Oberfläche,

La-Paz-Perlen, zum Teil aus der Hammermuschel stammend,

Abalone oder Haliotis-Perlen, farbige Perlen aus der Haliotis-Schnecke,

Wachsperlen, Teclaperlen, französische Perlen, Bourquignonperlen, römische Perlen, Hämatitperlen, Glasperlen, Girasolperlen sind Imitationen von Perlen.

Nach der FARBE und dem AUSSEHEN kann man folgende Gruppen unterscheiden:

Indische Perlen haben eine zarte, oft rosige Farbe mit starkem Glanze. Sie kommen meist von Ceylon und dem Persischen Golf, in Bombay

werden die rosigen, gelblichen und dunkleren, in Madras die rein weißen gehandelt.

Australische Perlen sind ganz weiß, silberweiß, stark glänzend.

Panama-, Venezuelaperlen haben zart goldgelben Schimmer, glänzend, auch ganz weiß (Panama).

Japanische Perlen, den Ceyloner Perlen außerordentlich ähnlich, aus Margaritifera m. Martensi.

Haliotis-Abaloneperlen, grünlichblaue Perlen, sehr stark glänzend.

Placuna-Perlen, dunkle (schwarz bis rotschwarze) Perlen aus Placuna placenta.

Pinna-Perlen, rote oder gelbrote matte Perlen.

Pinkperlen, rosa Perlen aus Strombus gigas mit einer eigenen Seide auf der Oberfläche.

Blue Perlen, mit dunklen Konchyolinfetzen in den obersten Schichten der Perle, welche eine blaugraue, bleifarbene Tönung erzeugen.

Ungebohrte Perlen, die noch nicht verarbeitet sind, werden als Jungfernperlen bezeichnet. Als chinesische Perlen werden alle Sorten bezeichnet, die ursprünglich als Knöpfe verwendet wurden und deshalb so gebohrt sind, daß zwei Bohrkanäle unter spitzem Winkel gegeneinander bis zur Mitte der Perle verlaufen. Soll die Perle auf eine Schnur gefaßt werden, wird der eine Bohrkanal verstopft, der andere durch die ganze Perle verlängert; ebenso muß der eine Bohrkanal verstopft werden, wenn die Perle als halbgebohrte Perle verwendet werden soll. Sie werden auch als Perlen mit mehreren Löchern bezeichnet.

V.

SCHUTZMASSNAHMEN GEGEN IRREFÜHRUNGEN UND TÄUSCHUNGEN.

Gegen die so zahlreich möglichen Irreführungen und Täuschungen vermag sich der Juwelier nur dadurch zu schützen, daß er einerseits den Einkaufsquellen erhöhtes Augenmerk zuwendet und sich auch in den Untersuchungsmethoden immer mehr ausbildet. Leider hat heute der Juwelier bei seiner beruflichen Erziehung nur wenig Gelegenheit, sich in dieses für ihn so wichtige Gebiet einzuarbeiten, und ist auf das Selbststudium und Kurse wirtschaftlicher Korporationen, wie z. B. der Handelskammern, Gewerbeförderungsinstitute angewiesen. In großen Orten, in denen Untersuchungsanstalten für Edelsteine bestehen, von denen weiter unten die Rede sein wird, ist allerdings dieser Schutz meist schon durch den Bestand der Untersuchungsanstalt wirksam gegeben.

Das Publikum kann sich nur dadurch vor Täuschungen schützen, daß es bei Juwelieren einkauft und allen Arten von Gelegenheitskäufen aus dem Wege geht, die oft nur zu betrügerischen Zwecken arrangiert werden. Wohl gibt es auch eine Reihe von Klagen gegen Juweliere, die sich meist in folgender Richtung bewegen und als gegenstandslos herausstellen. Viele Käufer von Schmuckstücken lassen nach erfolgtem Ankaufe das Stück bei einem andern Juwelier schätzen und sind nun sehr erstaunt, wenn ihnen ein niedrigerer Preis genannt wird als der von ihnen bezahlte. Meist wird der Gegenstand so geschätzt, wie wenn er angekauft werden sollte, und da muß notwendigerweise eine Spannung in den Preisen vorhanden sein, weil ja sonst kein Äquivalent für die mannigfachen Risken da wäre, denen der Juwelier ausgesetzt ist. Kein Entgelt für die großen Zinsenverluste, die bei längerem Lagern der Stücke erwachsen usw. Es ist eine irrige Vorstellung, daß Schmuckstücke stets den Preis erzielen müssen, den man dafür angelegt hat. Kaum der Großhändler, der lose Steine zu Händlerpreisen kauft, ist mit absoluter Sicherheit vor Verlusten geschützt, die etwa durch die Mode oder vermehrtes Angebot entstehen können. Wohl gibt es eine untere Grenze, bis zu der der Wert herabsinken kann, und diese Grenze liegt sicher viel höher als bei vielen anderen Artikeln, wohl wird man in vielen Fällen sogar ein Steigen der Preise erleben, aber aus dem

Nichterzielen des für einen Schmuck angelegten Preises darf man dem Juwelier keinen Vorwurf machen, weil Schmuck eben nicht allein Anlegewerte darstellt, sondern auch gleichzeitig Luxusobjekt ist. Weiter hört man öfters, daß Schmuckstücke, die zur Reparatur gegeben wurden, eine Verschlechterung der Qualität erfahren hätten, Steine seien blasser geworden, Perlen zeigen nach der Reinigung Sprünge, beim Umfassen von Steinen können Sprünge sichtbar werden, die man vorher nicht bemerkt hat. Fast in allen Fällen ist der Juwelier schuldlos. Oft handelt es sich um unterlegte oder mit Farblacken behandelte Steine, die bei der Reinigung des Schmuckstückes aufgelöst werden und dann muß natürlich der behandelte Stein schlechter erscheinen. Manchmal sind Sprünge in Perlen durch Öl künstlich ausgefüllt, sie erscheinen dann weniger stark; reinigt man solche Perlen, treten die Sprünge in aller Deutlichkeit auf. Bei Edelsteinen können Sprünge durch die geschickte Fassung etwas verdeckt werden und werden beim Umfassen sichtbar, ohne daß den Juwelier in allen diesen Fällen ein Verschulden trifft. Oft kommt es vor, daß Perlenschnüre sehr eng gefaßt gekauft werden, so daß die einzelnen Perlen aneinander anliegen. Wenn die Schnur beim Tragen etwas länger wird, werden die Perlen lockerer, verschiebbar und jetzt bemerkt der Käufer zum Beispiel kleine Punkte an den Perlen, die er früher nicht gesehen hat, weil zwischen den Perlen kein Zwischenraum vorhanden war. Oft wird dann die Behauptung aufgestellt, die Perlen seien präpariert gewesen und durch das Tragen sei die »Appretur« verlorengegangen. Die Perlen sind tatsächlich im gleichen Zustande wie beim Einkaufe, nur sind sie später leichter einer eingehenden Besichtigung zugänglich.

Die Gelegenheitskäufe, die häufig Anlaß zu schwersten Auseinandersetzungen geben, werden oft in ausgesprochen betrügerischer Weise aufgeputzt. Es wird der Stein in eine alte Fassung eingesetzt, es werden Dokumente vorgewiesen, wonach die Steine seit hundert Jahren im Besitze einer alten Familie sind, somit nicht künstliche Edelsteine sein können; ebenso werden bei Perlen, um ihre zufällige Entstehung zu erweisen, solche Zeugnisse vorgewiesen, es werden ganze Romane erzählt über die merkwürdigen Umstände, unter denen die Steine auf Ceylon oder in Brasilien von den Eingeborenen erworben wurden. Und doch handelt es sich in vielen Fällen nur um billige Ersatzstoffe, die gelegenheitshalber weit unter dem Werte der echten Steine aber mit schönem Gewinn für den Verkäufer abgesetzt werden sollen.

Imitationen und Ersatzstoffe werden stets notwendig sein, ebenso wird in vielen Fällen ein Nachhelfen in der Färbung der Steine, etwa durch Unterlegen, aus verschiedenen Gründen unvermeidlich sein. Es kommt ganz auf die Umstände an, unter denen Imitationen oder Ersatzstoffe verkauft

werden, um beurteilen zu können, ob eine Täuschung des Käufers vorliegt, ob das Produkt als Verfälschung verwendet wurde.

Sicher wird in vielen Fällen der Verkauf ganz korrekt vor sich gehen. Wenn etwa zu einem Smaragd ein Ersatzstein von gleicher Größe und Farbe geliefert werden soll, der nicht aufzutreiben ist, kann sich der Käufer einverstanden erklären, daß ein lichterer Stein dunkler unterlegt oder mit einem Farblacke versehen wird, er kann auch mit einer Doublette oder einem Glase vorlieb nehmen. Es kann auch ein Käufer einen Spinell als Ersatz für einen Rubin, eine gezüchtete Perle zu einer nicht gezüchteten erwerben, ohne daß in dem Verkaufe der leiseste Schatten einer Unkorrektheit zu vermuten wäre.

Es können aber solche Steine auch aus Unkenntnis des Sachverhaltes im guten Glauben verkauft werden und der Verkäufer wird nicht zögern, wenn sich der wahre Sachverhalt herausstellt, den Kauf rückgängig zu machen und nach Möglichkeit den Käufer in seinen Wünschen zu befriedigen. Wo die Möglichkeit einer einwandfreien Prüfung der Objekte besteht, sollen freilich solche Irrtümer nicht vorkommen.

Anders liegt die Sache, wenn der Verkäufer über den Sachverhalt orientiert ist, ihn dem Käufer aber verschweigt und wohl zu angemessenen niederen Preisen, aber unter Verschweigung wichtiger Umstände ein Geschäft zustande kommt. Wenn zu dem erwähnten Smaragd ein zweiter Stein gesucht und ein lackierter Stein unter Verschweigung dieses Umstandes angeboten wird, wenn eine Dublette angeboten wird, ohne daß auf diese Tatsache aufmerksam gemacht wird, wenn zu einer zufälligen Perle eine zweite dazu passende, aber gezüchtete Perle offeriert wird, ohne daß dieser Umstand erwähnt wird, wenn an Stelle eines Rubines ein Spinell als »rubis balais« angeboten wird, so ist in allen Fällen wohl keine Schädigung des Käufers erfolgt, sofern angemessene niedere Preise angerechnet wurden. Aber der Käufer hat etwas anderes erhalten, als er kaufen wollte, und aus diesem Grunde wird ein solcher Kauf rückgängig zu machen sein. Außerdem gibt zum Beispiel in manchen derartigen Fällen das österreichische Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb jedem, der das gleiche Gewerbe ausübt, die Möglichkeit, auf Unterlassung und Schadenersatz zu klagen, wenn in öffentlichen Bekanntmachungen oder Mitteilungen, die für einen größeren Kreis von Personen bestimmt sind (also z. B. Angaben im Schaufenster), über die Beschaffenheit der Ware unrichtige Angaben gemacht sind, die geeignet sind, den Anschein eines besonders günstigen Angebotes hervorzurufen.

Schließlich kann auch ein Vertrieb von Ersatzmaterialien und Imitationen gegen besseres Wissen zu Preisen erfolgen, bei denen der Käufer schweren Schaden erleidet und über die Beschaffenheit der Ware getäuscht

wird. Dies kann in mehrfacher Weise geschehen. Ein Spinell kann als »rubis balais« zu Preisen verkauft werden, wie sie für Rubin üblich sind. Der Ton wird auf »rubis« gelegt, so daß das Beiwort »balais« nur gewissermaßen eine nähere Erklärung über die spezielle Herkunft darstellt. Man kann sich da auf alte Gebräuche im Edelsteinhandel berufen, die zwar längst nicht mehr geübt werden, aber im konkreten Fall als »Usancen« hingestellt werden. Es kann so auch ein Granat als Kaprubin, ein grüner Korund als orientalischer Smaragd verkauft werden, ein geglühter weißer Zirkon als Maturadiamant, und in allen Fällen wird es schwer sein, exakt nachzuweisen, daß der Verkäufer gewußt habe, daß solche Namen nicht streng zulässig sind. Das entscheidende Moment ist in allen derartigen Fällen der Preis, der gefordert wird. Ist der Preis angemessen, wird das Geschäft rückgängig zu machen sein, weil der Käufer etwas anderes erhielt, als er zu kaufen beabsichtigte, ist aber der Preis unangemessen hoch, so kann wohl die Täuschungsabsicht als erwiesen angesehen werden.

In manchen Fällen erfolgt der Verkauf von minder wertvollen Steinen oder Ersatzmitteln ohne jeden beschönigenden Zusatz; also wird zum Beispiel ein Spinell als Rubin schlechtweg angeboten, eine Dublette als Smaragd, eine gesprungene und mit Öl behandelte Perle als hochwertige feine Perle, eine schlechte gezüchtete Perle als nicht gezüchtete. In diesem Falle wird der Nachweis zu führen sein, daß der Verkäufer über die wahre Natur des Produktes nicht im unklaren sein konnte. Wo Untersuchungsanstalten die Möglichkeit einer Prüfung des Materiales bieten, werden derartige Fälle seltener auftreten, als wo diese Möglichkeit fehlt.

Eine eigene Kategorie von Geschäften stellt folgender manchmal unter Händlern geübte Brauch dar. Zwei Händler sind sich nicht im klaren über einen Stein und der eine kauft den Stein ausdrücklich als zweifelhaft zu einem sehr verminderten Preis. Beide Teile haben bei so einem Geschäft ein Verlustrisiko, da es sich ja auch um einen echten Stein handeln kann, der dann entsprechend mehr wert wäre. Die nachträgliche Klärung des Sachverhaltes hat keine Rückgängigmachung solcher Geschäfte zur Folge.

Im allgemeinen lassen sich also die folgenden drei Möglichkeiten bei allen Geschäften erkennen, bei denen etwas nicht stimmt. Entweder ist der Verkäufer in Unkenntnis der Sachlage, dann nimmt er die Ware zurück, oder er ist in Kenntnis des Sachverhaltes, verschweigt ihn aber und fordert angemessene Preise, dann muß er das Geschäft rückgängig machen und kann wegen unlauteren Wettbewerbes verfolgt werden, oder er ist drittens in Kenntnis des Sachverhaltes, verschweigt ihn und fordert nicht angemessene hohe Preise. Es kommt also in vielen Fällen auf den geforderten Preis und auf den Nachweis an, daß der Verkäufer wußte, was er verkauft.

Den sichersten Schutz sowohl der Juweliere gegenüber Händlern wie auch des Publikums gegen alle Arten von Verkäufern gewähren Untersuchungsanstalten, wie sie in den letzten Dezennien in mehreren großen Einkaufsplätzen, wie Paris, New York, Wien, Berlin, Krefeld, Idar, Prag und anderen Orten geschaffen wurden. Da die Wiener Untersuchungsanstalt zum Teile vorbildlich gewirkt hat, seien einige Worte über diese Anstalt gestattet.

DIE WIENER STAATLICH AUTORISIERTE UNTERSUCHUNGSANSTALT FÜR EDELSTEINE.

Obwohl seit langer Zeit ein dringendes Bedürfnis nach Schaffung einer Untersuchungsanstalt für Edelsteine bestand, wurde die Frage nach der Schaffung einer solchen Anstalt doch erst in jenem Zeitpunkt besonders dringend, als die künstlichen Edelsteine auf dem Markte auftauchten und die Gefahr bestand, daß hiedurch große in Juwelen festgelegte Werte gefährdet werden könnten. Es haben sich im Jahre 1912 eine Anzahl von führenden Juwelieren Wiens unter Initiative des Kommerzialrates Brunner zu einem Verein zusammengeschlossen, der unter dem Vorsitze des Herrn Philipp Mauthner steht und sich die Gründung und Erhaltung einer Untersuchungsanstalt zur Aufgabe gemacht hat. Die Leitung der Anstalt liegt seit ihrem Bestande in den Händen des Verfassers.

In dieser Anstalt werden Edelsteine auf ihre Echtheit, ihre Herkunft, ihre Beschaffenheit geprüft, Verfälschungen u. dgl. festgestellt und über die Untersuchungsergebnisse Atteste ausgestellt, welche nach den Bestimmungen des Gesetzes vom 9. September 1910, RGBl. Nr. 185 (lex Exner) den Wert öffentlicher Urkunden haben. Das genannte Gesetz sieht für eine Reihe von Untersuchungsanstalten die sogenannte Autorisation vor, das ist die Erteilung der Befugnis, Zeugnisse auszuteilen, die als öffentliche Urkunden anzusehen sind. Da diese Befugniserteilung in den europäischen Staaten vereinzelt dasteht, ist im folgenden auszugsweise der Wortlaut des Gesetzes wiedergegeben und ebenso sind die Voraussetzungen erörtert, die zur Erteilung dieser Befugnis erfüllt werden müssen.

Gesetz vom 9. September 1910, RGBl. Nr. 185 (lex Exner).

»§ 1. Den an Hochschulen, sonstigen Lehranstalten, Museen und Instituten bestehenden sowie den vom Staate, von Körperschaften, Vereinen oder Privaten errichteten selbständigen technischen Untersuchungs-, Erprobungs- und Materialprüfungsanstalten kann das Recht eingeräumt werden, über das Ergebnis der von ihnen vorgenommenen Untersuchungen, Erprobungen und Materialprüfungen Zeugnisse auszustellen, die als öffentliche Urkunden anzusehen sind. Nichtstaatlichen Anstalten kann dieses Recht

nur eingeräumt werden, wenn sie nachweisen, daß die mit den Untersuchungen, Erprobungen und Prüfungen zu betrauenden Organe die erforderliche fachliche Eignung besitzen und daß die Anstalten mit den zur fachgemäßen Durchführung der Untersuchungen, Erprobungen und Prüfungen erforderlichen Einrichtungen ausgestattet sind.

§ 2. Dieses Recht wird den an Hochschulen bestehenden Anstalten auf Antrag des betreffenden Professorenkollegiums durch das Ressortministerium im Einvernehmen mit dem Ministerium für öffentliche Arbeiten und dem Justizministerium, allen übrigen Anstalten durch das Ministerium für öffentliche Arbeiten im Einvernehmen mit dem Justizministerium erteilt. In gleicher Weise kann dieses Recht entzogen werden, wenn die Voraussetzungen für dessen Erteilung entfallen sind oder sonst wichtige Gründe vorliegen. Erforderlichen Falles sind behufs Lösung grundsätzlicher oder sonst belangreicher Fragen Gutachten staatlicher Lehrkräfte auf dem betreffenden technischen Gebiete oder anderer Fachleute einzuholen. . . .«

Voraussetzung zur Erteilung dieser Befugnis, der sogenannten »Autorisation« sind folgende Bedingungen:

1. Der Leiter und die sonstigen Beamten einer Versuchsanstalt, die nach der Einrichtung derselben zur Vornahme der Versuche, zur Feststellung der Ergebnisse und zur Ausfertigung und Unterzeichnung der Zeugnisse berechtigt sein sollen, müssen eine wissenschaftliche Befähigung für diese Aufgabe besitzen, beziehungsweise in der Lage sein, nachzuweisen, daß sie eine hochschulmäßige Ausbildung genossen haben.

2. Die Einrichtung, das ist der sachliche Bestand der Versuchsanstalt, die die Autorisation erlangen soll, muß geeignet sein, auf jenem Gebiete des Versuchswesens, das die Anstalt pflegt, die Untersuchungen, Erprobungen und Prüfungen nach dem heutigen Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis zu ermöglichen. (§ 1, Abs. 2, zit. Ges.)

3. Die Versuchsanstalt muß einen Tarif für die Taxen besitzen, die für die Untersuchungen, Erprobungen und Prüfungen von seiten der Antragsteller zu entrichten sind. Die einzelnen Tarifsätze müssen innerhalb nicht zu weit voneinander liegenden Minimal- und Maximalgrenzen festgesetzt sein und sollen den üblichen Anforderungen in dieser Richtung, wie sich dermalen eingebürgert haben, entsprechen.

4. Die Autorisation wird für ein bestimmtes, genau zu begrenzendes Versuchsgebiet erteilt und nur für dieses gilt die Begünstigung, die das Gesetz einräumt.

Die Erteilung der Autorisation ist von hoher Bedeutung. Praktisch hat die Tatsache, daß die von der Untersuchungsanstalt ausgestellten Zeugnisse (Atteste) als öffentliche Urkunden anzusehen sind, die Wirkung, daß

der Inhalt dieser Zeugnisse vor Gerichten und Behörden ohne weitere Prüfung als richtig angenommen wird; beziehungsweise obliegt im Falle der Anfechtung des Inhaltes der öffentlichen Urkunde der Beweis dem Gegner, während bei einer privaten Urkunde derjenige, welcher die Urkunde produziert, auch die Richtigkeit des Inhaltes zu beweisen hat.

Zur genauen Identifizierung der attestierten Steine werden verwendet:

1. Angaben über Gewicht (in Zehntausendstel Gramm), Schlifform, Dimensionen des Steines, besonders äußere Kennzeichen.

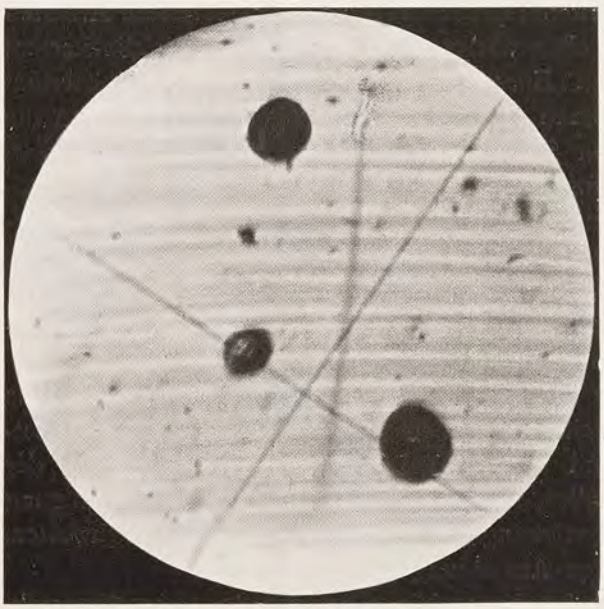

Abb. 73.

Mikrophotogramm eines künstlichen Rubines als Beilage zu einem Atteste der Wiener Untersuchungsanstalt; Gasblasen, Anwachsstreifen und die Fäden des Fadenkreuzes bilden ein leicht ausmeßbares geometrisches System, das unter allen Umständen die Identifizierung des Steines gestattet.

2. Angaben über im Stein enthaltene Einschlüsse, Fahnen u. dgl., erforderlichenfalls ein Mikrophotogramm solcher Einschlüsse aus den Steinen (vgl. Abb. 73). Dieser letzte Vorgang wird bei wertvollen Steinen und in solchen Fällen geübt, in denen zum Beispiel eine gerichtliche Austragung eines Streitfalles erfolgen soll. Außerdem werden in den Versuchsprotokollen Umstände vermerkt, welche nicht in dem Atteste erwähnt werden und die eine sofortige Erkennung der Steine bei einem etwaigen Wiedererscheinen in der Anstalt ermöglichen.

Die Anstalt war die notwendige Voraussetzung für die Anwendung des österreichischen Gesetzes über den unlauteren Wettbewerb in der Edelsteinbranche. (Aus diesem Gesetze sind die § 2, al. 1, § 14 und § 32 besonders bemerkenswert und für die Juwelenbranche wertvoll.) Solange es keine Stelle gibt, in der über Echtheit und Herkunft des Materials, irreführende Namengebung, Verfälschungen ein objektives Urteil erhalten werden kann, solange können Mißbräuche nicht wirksam unter Straf-

sanktion gestellt werden, da immer das Moment des Irrtums geltend gemacht werden kann. Bei Bestand einer Untersuchungsanstalt ist es auch möglich, wirksam einen Deklarationszwang für Edelsteine zu verlangen, der um so notwendiger erscheint, als ein solcher Zwang für viel weniger wertvolle Waren der Juwelenbranche vorgeschrieben ist.

Der Hauptwert der Anstalt liegt aber in ihrer bloßen Existenz, die allein schon eine reinigende Wirkung für den Handel besitzt. Es hat sich gezeigt, daß Versuche zur Irreführung seit Bestand der Anstalt bedeutend seltener geworden sind, weil die Möglichkeit einer objektiven Prüfung gegeben ist. Die Anstalt wirkt also schon durch ihren Bestand ohne Rücksicht auf die Zahl der tatsächlich zur Untersuchung kommenden Fälle.

ANHANG

(zu Seite 84).

DIE BESCHLÜSSE DER ERSTEN INTERNATIONALEN JUWELIERKONFERENZ IN AMSTERDAM.

Für die internationale Juwelierkonferenz in Amsterdam hatten die österreichischen Verbände durch H. Michel das nachstehende Referat ausgearbeitet, welches auch als Grundlage der Verhandlungen in Amsterdam diente.

KULTURPERLEN.

»Die Wiener Verbände der Juweliere, Edelstein- und Perlenhändler bezeichnen als Kulturperlen jene Perlen, deren Bildung durch einen erkennbaren menschlichen Eingriff hervorgerufen wurde.[1] Diese Definition ist absichtlich sehr elastisch gehalten, weil das, was heute nicht erkennbar ist, in nächster Zeit erkennbar werden kann und Umstände, die heute noch erkennbar sind, durch eine verfeinerte Technik in absehbarer Zeit nicht mehr kennbar gemacht werden können. Immerhin ergibt sich aber aus dieser Definition, daß der Begriffsumfang »gezüchtete Perlen, Zuchtperlen, Kulturperlen, kultivierte Perlen« wesentlich eingeschränkt erscheint und daß es notwendig ist, eine Unterteilung unter den Kulturperlen vorzunehmen. Im Sinne der obigen Definition gelten also folgende Kategorien von gezüchteten Perlen nicht als Kulturperlen des Handels:

1. Kernlose gezüchtete Perlen, die durch bloße Übertragung von ektodermalen Zellen in das Parenchym des Mantels einer Muschel zustande kommen (wie sie der deutsche Zoologe Alverdes schon 1912 erhielt und die z. B. von L. Boutan aus den Farmen Mikomotos beschrieben wurden),

2. gezüchtete Perlen mit einer Perle als Kern,

3. gezüchtete Perlen mit einem Perlmutterkern, der

a) so klein ist, daß er beim Bohren entfernt wird (derartige Perlen würden vor dem Bohren Perlen mit Perlmutterkern sein, nach dem Bohren wäre dieser Umstand durch kein Mittel feststellbar),

[1] Diese Definition geht auf eine vom Kammerrat H. Kandl in Wien bei gemeinsamen Besprechungen der Sachverständigen vorgeschlagene Formel zurück, in der als Kulturperlen jene bezeichnet wurden, deren Bildung durch erkennbare menschliche Arbeit hervorgerufen wurde.

b) so klein ist, daß er den bei den zufällig gebildeten Perlen oft vorhandenen primären Kern nicht übertrifft,

c) so klein ist, daß er durch eine Untersuchung nicht mehr festgestellt werden kann.

Dagegen gelten als Kulturperlen im Sinne obiger Definition jene, bei denen der menschliche Eingriff auf irgendeine Weise nachgewiesen werden kann. Für diese Perlen haben die Wiener Verbände als Handelsnorm festgelegt, daß der Verkäufer schon bei ihrer Vorlage angeben muß, daß es sich um Kulturperlen handle und daß er dies auch ausdrücklich auf der Rechnung vermerken müsse.

In der Definition für Kulturperlen bedarf das Wort »erkennbar« noch einer näheren Begriffserklärung. Es ist klar, daß man eine Strafsanktion nur so weit in Aussicht nehmen kann, als man imstande ist, einwandfrei festzustellen, ob das strafbare Delikt begangen wurde oder nicht. Man muß also normieren, was als »erkennbar« gelten soll. Je nach dem Fortschritte der Untersuchungsmethoden kann sich natürlich der Umfang des Begriffes »erkennbar« verschieben. Als Untersuchungsmethoden werden nur jene in Frage kommen, durch die das Material nicht beschädigt oder zerstört wird. An Untersuchungsmethoden stehen uns gegenwärtig[1] zur Verfügung:

1. Die mikroskopische und allgemein optische Untersuchung. Diese Methode gestattet es einwandfrei, die Perlen mit größerem Perlmutterkern zu erkennen und bei gebohrten Perlen auch die Dimensionen des Kernes und der Hülle ziffernmäßig zu erfassen. Die Erscheinungen, die man bei der Durchleuchtung einer Perle, bei der Betrachtung im reflektierten Lichte und schließlich beim Abspiegeln des Bohrkanales mit dem Kernmeßapparat beobachten kann, lassen diese Feststellung zu.

2. Die Untersuchung mit Röntgenstrahlen. Die moderne röntgenspektrographische Untersuchung ist imstande, das Vorhandensein eines Kernes aus Perlmutter festzustellen, wenn die Hülle nicht gar zu stark ist, ein Umstand, der die Erscheinungen auch bei dieser Methode zu verwischen geeignet ist. Für die Praxis des Juweliers werden diese röntgenspektrographischen Methoden wegen ihrer Kompliziertheit nicht in Frage kommen können.

3. Die Untersuchung der Lumineszenzerscheinungen unter Einwirkung besonders der ultravioletten Strahlen. Hiedurch ist es möglich, gewisse Provenienzgebiete festzustellen, ohne daß aber eine Trennung der gezüchteten japanischen Perlen von den zufällig entstandenen japanischen

---

1 Nach Abfassung des Referates sind noch die auf Seite 101 und 102 besprochenen elektromagnetischen Methoden hinzugekommen, die unabhängig voneinander durch H. Michel und G. Riedl in Wien sowie R. Nacken und G. Jäger in Frankfurt ausgebaut wurden.

Perlen erfolgen könnte. Auch gibt es japanische Perlen, welche ein mit australischen oder Ceylonperlen übereinstimmendes Verhalten zeigen.

4. Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes. Die japanischen gezüchteten Perlen haben im Durchschnitt ein etwas höheres spezifisches Gewicht, doch überschneiden sich die Zahlen für das spezifische Gewicht der gezüchteten Perlen und der zufälligen Perlen aller Provenienzgebiete in einem ziemlich bedeutendem Maße, so daß ein höheres spezifisches Gewicht, das etwa die Grenze S = 2,72 erreicht oder übersteigt, nur als ein Verdachtsmoment zu werten ist.

Man wird notwendigerweise festsetzen müssen, welchen Untersuchungen eine Perle zu unterwerfen ist, um festzustellen, ob ein »erkennbarer« menschlicher Eingriff zur Bildung dieser Perle geführt hat oder nicht. Das Wort erkennbar gewinnt erst dann Sinn, wenn eine gewisse Untersuchung vorgeschrieben wird, sonst ist es starken subjektiven Schwankungen der verschiedenen Beobachter ausgesetzt. Auf allen Gebieten der Technik sind derartige Normungen vorgenommen worden, z. B. bei der Betonprüfung.

Mit der Untersuchung ist gleichzeitig eine Qualitätsprüfung verbunden. Die Erfassung der Dimensionen der Hülle mit dem Kernmeßapparate gestattet uns, die Qualität gezüchteter Perlen vergleichend festzustellen. Zu ergänzen wären die Qualitätsprüfungen durch eine Serie von Prüfungen auf mechanische Haltbarkeit und Schälbarkeit bei Perlen mit bekannten Dimensionen der Hülle und bekannter Züchtungsdauer. Eine solche Serie würde, wenn sie mit einer größeren Zahl ausgeführt wird, einen Überblick darüber geben können, wie weit die mechanische Haltbarkeit und Schälbarkeit von der Dimensionierung der Hülle und des Kernes abhängt, und würde die Grundlage für die von mehreren Faktoren bereits vorgeschlagene Normierung der Hülle gezüchteter Perlen bilden können. Diese Normierung könnte durch Angabe einer Mindestdauer der Züchtung und einer Mindeststärke der Hülle erfolgen, und Käufer wie Verkäufer würden dann gezüchtete Perlen mit garantierter Mindeststärke im Handel antreffen.

Schränkt man also den Umfang des Begriffes Kulturperlen in der eingangs erwähnten Weise ein, so ist man auch imstande, Strafsanktionen für die Verfehlungen gegen die von den Wiener Verbänden aufgestellten Handelsnormen für Kulturperlen in Anwendung zu bringen. Als solche Strafsanktionen kommen in Österreich in Frage:

1. Die Rückgängigmachung des Geschäftes, wenn Kulturperlen ohne diese Angabe verkauft werden, da der Käufer etwas anderes erhalten hat, als er gewünscht hat. Der Verkäufer darf in diesem Falle nicht wissen, daß er Kulturperlen verkauft hat.

2. Eine Anzeige wegen unlauteren Wettbewerbes. Wenn der Verkäufer weiß, daß er Kulturperlen verkauft, und wenn er diese Perlen auch zu einem

angemessenen Preise verkauft, so ist das Vorgehen doch nicht einwandfrei, weil der Anschein eines besonders günstigen Angebotes erweckt wird und diese Handlung gegen das Gesetz über den unlauteren Wettbewerb verstößt.

3. Die Anzeige an die Staatsanwaltschaft wegen Betruges. Diese wird dann erstattet werden können, wenn der Verkäufer weiß, daß es sich um Kulturperlen handelt und er sie trotzdem zu einem nicht angemessenen höheren Preise verkauft.

Einer internationalen Regelung bedürfen nach der Ansicht der österreichischen Verbände sonach folgende Fragen:

1. Der Umfang des Begriffes Kulturperlen, eine Frage, die die österreichischen Verbände durch die eingangs gegebene Definition bereits zu lösen versucht haben.

2. Die Frage, welchen Untersuchungen eine Perle unterworfen werden soll, damit sie bei positivem Ausfall der Untersuchung als Kulturperle, bei negativem Ausfall als Perle schlechtweg in den Handel gebracht werden darf.

3. Die Normierung einer gewissen Mindeststärke der Hülle einer Kulturperle, wobei auf die wechselnden Größen der Perlen Bedacht zu nehmen sein wird. Die Ausmessung von gezüchteten Perlen aus den Farmen Mikimotos hat ergeben, daß bei Perlen im Gewichte von etwa 2—2 Grain in einer Dauer von etwa sieben Jahren eine Hülle von 0,8—1,2 mm Stärke abgeschieden wird. Dies gilt aber nur für die in Japan gezüchteten Perlen, die in anderen Farmen (Riu-Kiu-Inseln, Palau-Inseln) gezüchteten Perlen sind noch nicht geprüft worden.«

Der Stand der Untersuchungsmethoden zur Zeit des Amsterdamer Kongresses gestattete die Feststellung eines Perlmutterkernes in gezüchteten Perlen. Der Kongreß hat sich zunächst mit der Frage beschäftigt, ob andere gezüchtete Perlen als solche mit Perlmutterkern gegenwärtig im Handel zu treffen seien, und die Ansicht der Mehrheit der Kommissionsmitglieder ging dahin, daß kernlose gezüchtete Perlen oder gezüchtete Perlen mit einer kleinen Perle als Kern heute nicht im Handel vorhanden sind und daß man daher momentan noch keine Veranlassung habe, sich mit der Stellung dieser Perlen im Handel zu befassen. Unter der Voraussetzung, daß alle gezüchteten Perlen einen Perlmutterkern haben und daß es derzeit keine anderen gezüchteten Perlen als solche mit Perlmutterkern gebe, kann man also nach dem heutigen Stande der Untersuchungstechnik sagen, daß man die Züchtung von Perlen in allen Fällen nachweisen könne.

Es konnte daher die mit dem Studium der Perlenfrage befaßte Kommission dem Kongresse die folgende Resolution vorschlagen, die auch einstimmig vom Kongresse angenommen wurde. (Der Kommission gehörten an: L. Rosenthal, Frankreich; Dr. H. Michel, Österreich; E. A. Dodd, England; W. A. Bolin, Schweden; J. Schultes, Schweiz; W. Lameyer, Deutschland;

L. Steltmann, Niederlande; W. Kurth, Österreich; W. Neresheimer, Deutschland; A. Calandreau, Frankreich; E. Hopkins, England; Ph. Mauthner, Österreich; W. Wolfers, Belgien; A. Moritz, Österreich.)

KULTURPERLEN.

»Der Erste Internationale Juwelierkongreß vom 19. bis 24. April 1926 in Amsterdam faßt folgenden Beschluß:

Der Kongreß bestätigt den Handelsbrauch, daß gezüchtete Perlen nicht als ‚Perlen' sondern immer nur mit der ausdrücklichen Bezeichnung ‚Gezüchtete Perlen' (‚Perles cultivées, Kulturperlen') bezeichnet werden dürfen.

Gezüchtete Perlen sind solche Perlen, deren Entstehung durch menschlichen Eingriff, besonders durch Einführung irgend eines Körpers in die Muschel, künstlich verursacht ist.

Die auf diese Weise gezüchteten Perlen müssen als ‚Kulturperlen' angeboten und ebenso als solche fakturiert werden.

Der Kongreß stellt fest, daß mehrere Untersuchungsmethoden es in allen Fällen erlauben, diese Kulturperlen von den zufällig entstandenen Perlen zu unterscheiden.

Eine internationale Delegation hat die anzuwendenden Untersuchungsmethoden festzusetzen und wird mit der ständigen Bearbeitung aller mit Kulturperlen zusammenhängenden Fragen betraut.

Es erscheint wünschenswert, in den einzelnen Ländern amtliche Untersuchungsstellen zu schaffen, in denen die Untersuchung von Edelsteinen und Perlen vorgenommen werden kann.

Das in Holland errichtete Bureau übernimmt den Austausch der Erfahrungen und der erreichten Resultate.«

Diese Beschlüsse erscheinen geeignet, solange eine Norm für den Handel zu bilden, als nicht gezüchtete Perlen mit anderen als Perlmutterkernen auftauchen. Dann müßte je nach dem Stande der Untersuchungstechnik eine neue Norm für solche Perlen geschaffen werden. Es wird Sache der internationalen Delegation sein müssen, sorgfältig den Markt zu beobachten und die Normen mit den jeweiligen tatsächlichen Verhältnissen im Perlenhandel in Übereinstimmung zu halten.

REGISTER.

Abalone-Perlen 113
Abnutzbarkeit der Perle 77
Absorptionsbanden 45
Abspiegeln des Bohrloches bei Perlen 97
Absterben der Perlen 86
Achate 20, 25
— Beizen der 25
— Brennen der 25
— Färben der 25
Adelaidrubin 29
Ago, Aufzucht der Muscheln 65
Alabandinrubin 29
Alaskadiamant 29
Alençondiamant 29
Alexandrit 8, 9, 22, 30, 49
— blau 29
— synthetisch 17, 29
— synthetisch, oriental. 8
Almandin 48
Alte Fassung 115
Alter der Perlen 86
Altschüler 87
Alverdes F. 63, 64, 68, 69, 70, 75
Amerikanische Perlen 112
Amethyst 21, 55
— orientalischer 29
Amethystbasaltine 29
Amsterdam, internationaler Juwelierkongreß 122
Analysenfeste Gläser 17
Anconarubin 29
Anodonta 57, 69
Ansatzstellen der Schließmuskeln der Flußperlmuschel 57
Anwachsstreifen 7, 38
— im künstlichen Rubin 37
Aquamarin 9, 21, 49, 50, 55
— orientalischer 29
— synthetisch 9, 17
Aquamarinfarbener Spinell 9
Aragonit 58
— innerer Bau 104
Arizonagranat 29
Arizonarubin 29
Arkansasdiamant 29
Atteste 118
Ätztinte 52
Aufbau der Perlmutter 93
— — Muschelschale 58
Aufnahme von Farbstoffen in Edelsteinen 24
Aufzucht der Muscheln in der Bucht von Ago 65
Äußere Zellen der Mantelhaut der Flußperlmuschel 57
Äußeres Mantelepithel 68
Auslöschungsrichtungen 43
Auslöschungsstellung 43
Ausmessen von Perlen mit Kernmeßapparat 101
Aussterben der Muscheln 65
Austernperlen 112
Australischer Saphir 49, 50, 55
Auswüchse der Schale 61, 111
Avicula 56

Balasrubin 29
Bardwell D. C. 22
Barockperlen 60, 61, 111
Baumsteine 26
Baur E. 14
Bay von Gokasho 70
Bearbeitung, Verfälschung von Perlen 84
Belaglack 27, 52
Benvenuto Cellini 28
Benzol 18
Berechnung von Perlenschnüren 108
Bergkristall 21
Berlinerblau 24
Berquen R. v. 29
Beryll 22, 29, 48
— gelbgrün 20
Bestimmung des Wertes einer Perle 91
Beugung des Lichtes durch Gitter 59
Beugungs- und Spiegelungserscheinungen der Röntgenstrahlen 104
Beurteilung der Schälbarkeit der Perlen 94
Beutel E. 24
Bewertung der Edelsteine 53
— — gezüchteten Perlen 79, 80, 111
— von Perlen 108
Bezeichnung der künstlichen Korunde 10
Bezeichnungen von Perlenarten 111
Bildung der Diamanten 13
Bindegewebe des Mantels 63
Binokularmikroskop 91
Birmarubine 30, 42, 46, 50, 55
Birmasaphir 49, 55
Bitterfelder Werke 4, 5, 15, 16
Blaufärbung der künstlichen Korunde 6
Blaugebeizte Chalzedone 16
Bleichen der Perlen 87
Blindwerden der Perlen 86

Blisterperlen 111
Blue-Perle 78, 113
Bohne des Johannisbaumes 54
Bohren der Perlen 85
Bohrkanal, Durchleuchten der Perlen 100
Bohrloch, Abspiegeln des 97
Boismenu F. 12
Bordas F. 6, 21
Bourquignonperlen 112
Boutan L. 75
Boutonperlen 111
Bragg, Brüder 104, 106
Braune Topase 19
Braunfärbung der Achate 25
Brauns R. 3
Brennen der Edelsteine 20
Brillanten 19, 53, 54
Brunner C. 37, 39, 40, 42, 118
Buddhabildchen mit Perlmuttersubstanz überzogen 62

Capchrysolith 29
Capgranat 29
Caprubin 29, 117
Capsmaragd 29
Ceratonia siliqua 54
Ceylon, Perlfischerei 65
Ceylonrubine 42, 50
Ceylonsaphir 23, 49, 50, 55
— Flüssigkeitseinschlüsse 35
Chalzedon, blaugebeizt 16, 25, 51
— Gelbfärbung von 25
— Grünfärbung von 25
Chalzedone 24
Chambre Syndicale in Paris 82, 84
Chemische Prüfung 51
— Zusammensetzung der Perlen 63
Chicot 111
Chinesische Perlen 113
Chrysoberyll 8, 22
Chrysolith, brasilianischer 29
— ceylonischer 29
— orientalischer 29
— sächsischer 29
Chrysolith, sibirischer 29
Chrysopras 24
Chute 110
Citrin 21, 29
Clam-Perlen 112
Cohn J. 24
Conchperlen 112
Coque de Perle 112
Craquelé 26
»craqueliert« 26
Cultivé-Perlen 112

Debye S. 105
Demantoid 29
Deutsche Edelsteingesellschaft 4, 5, 15, 16
Deutscher Lapislazuli 25
Diamant 11, 18, 21, 22, 23
— böhmischer 29
— innerer Aufbau 11
— Marmaroscher 29
— unreifer 29
Diamanten, Bildung der 13
— bräunliche 23
— gelbliche 23
— in Eisenmeteoriten 11
Dimensionen von Kern und Hülle der gezüchteten Perlen 101
Dipsas plicatus 57, 62, 66
Doelter C. 20, 21, 22
Doppelbrechung in Edelsteinen 32
Dreibrodt 7
Dublette 18, 31 42, 43, 45, 117
Dubletten, halbechte 18
Dublieren von Waren 72
Dubois R. 62, 63, 83
Dünnschliffbild einer Süßwasserperle 59, 60
Durchleuchten der Perlen vom Bohrkanale aus 100
— von Perlen 94, 96
Durchleuchtung gezüchteter Perlen mit Röntgenstrahlen 76
— mit Röntgenstrahlen 51
Dynamit-A.-G. vorm. Alfred Nobel 12

Ebelmen 15
Echtheit der gezüchteten Perlen 81
Edelsteine, Bewertung 53
— Brennen der 20
— Doppelbrechung 32
— Einschlüsse der 33
— Farbe der 44
— Fassung der 27
— Fundorte 37
— irreführende Bezeichnung 28
— künstliche 1, 72
— — innere Spannung der 40
— Lackieren der 27
— Sand in 34
— Seide der 10, 34
— Staub der 34
— Untersuchungsanstalten für 114
— Veränderungen ihrer Farbe 19
— Verfälschungen und Veränderungen 17
— Verfärbung durch chemische Vorgänge 24
Edelsteingewicht, römisches 54
Edelsteinhandel 53
Einbetten der Perlen in stark lichtbrechende Flüssigkeiten 95
Einfluß der Mode 54
Einführung von Fremdkörpern 66
Einfuhrverbot für die gezüchteten Perlen 84
Einheitsgewicht im Edelsteinhandel 54
Einlegen der Perlen in Öl 88
Einschlüsse von Gasblasen 34
— kristallisierte 35
— natürlicher Steine 37
— Studium der 33
Ektoderm 62
— des Mantels 61
— — — der Flußperlmuschel 57

Ektodermale Zellen 62, 63
Elastizität der gezüchteten Perlen 76
Elektrische Leitfähigkeit der Perlen 102
Elektromagnet 102
Entstehung der Perlen 56
Eppler W. F. 108
Erhitzungsversuche 52
Erkennung gezüchteter Perlen 94
Erlaubte Verfärbungen 26
Ernährungsverhältnisse der Muscheln 64, 71
Ersatzstoffe 115
Essence d'Orient 89
Exner, lex 118

Fahne 36
Falsche, unechte Perlen 81
Farbe der Edelsteine 44
— — Perlen 63
— von Edelsteinen, Veränderung 19
Färbemittel 6
Farbenindustrie J. G. 7
Farbenzerstreuungsvermögen der Gläser 17
Farbloser Zirkon 19
Färbung der Mineralien 46
Farbvarietäten der Korunde 7
Farbverteilung i. d. Steinen 37
Farm bei Yaeyama 72
Farmen auf den Palau-Inseln 72, 80
— — — Riu-Kiu-Inseln 72
— Zucht der Muscheln in
Faserdiagramme 106
Faserstoffe 105
Fasselperlen 112
Fassung der Edelsteine 27
Federn in Edelsteinen 32
Feil 2
Feinde der Muscheln 71
Fensterglasmuscheln 112
Filterlampe 44, 51
Floß mit Gitterbehältern 71
Floßgruppe in der Gokasho-Bay 72
Flügelperlen 111
Fluorwasserstoffsäure 52
Flüssigkeitseinschlüsse 40
— im Smaragd 44
— mit Gaslibellen 36
Flußperle, Oberfläche 60
Flußperlen 59, 112
Flußperlmuschel, Ansatzstellen der Schließmuskeln 57
— äußere Zellen der Mantelhaut 57
— Ektoderm des Mantels 57
— Fuß 57
— Kiemen 57
— Mantelfalte 57
— Mantellappen 57
— Organisation des Weichkörpers 57
— Schale 57
— Schließmuskel 57
Folien 27
Form der Perle 60
Fremdkörper, Einführung von, in Muscheln 66
Frémy 2
Frémysche Rubine 3
Friedländer 12
Fundorte der Edelsteine 37
— Vertauschung von 30
Fuß der Flußperlmuschel 57

Galibourg A. 97
Galvanoplastische Erzeugnisse, Vergleich mit gezüchteten Perlen 78
Gasblasen in künstlichen Edelsteinen 4, 7, 34, 39
Gaseinschlüsse 36
Gaslibellen 40
Gaudin 2
Gelbe Körperchen 62
Gelegenheitskäufe 114
Genfer Rubine 3
Gerichtliche Entscheidung über gezüchtete Perlen 82
Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb 116
Gewichtsverhältnisse zwischen Kern und Hülle der gezüchteten Perlen 74, 79, 101
Gezüchtete Perle mit Perlkern 95
— — Qualität der 74
— Perlen 81, 112
— — Bewertung der 79, 80
— — Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen 76
— — Echtheit der 81
— — Einfuhrverbot 84
— — Elastizität 76
— — gerichtliche Entscheidung 82
— — Gewichtsverhältnis zwischen Kern und Hülle 79
— — Größe der 74
— — Haltbarkeit 75
— — Härte der 76
— — kernlos 75, 95
— — Merkmale 73
— — Normen über 84, 122
— — Röntgenschattenbild 76
— — spezifisches Gewicht 76
— — Stellung im Handel 75
— — Vergleich mit galvanoplastischen Erzeugnissen 78
— — — mit künstlichen Edelsteinen 78
Girasol 89
Glanz der Perlmutter 59
Glas, Schlieren 40, 41
Gläser 17
— analysenfeste 17
— Fahnen der 17
— Farbenzerstreuungsvermögen 17
— Lichtbrechung 17
— Wolken der 17
Glaspasten 17
— blaue 16, 51
Glasperlen 89
Glochidien 66

Gokasho-Bay 70
— Floßgruppe 72
Goldschmidt V. M. 14
Goldtopas, spanischer 20
— synthetisch 17, 20
Gonyaulax polygramma 71
Granat 29, 117
Granatdublette 41
Granaten 50, 55
Grän 54, 108
Graphit 11
Größe der gezüchteten Perlen 74
Grünfärbung von Chalzedon 25
Guanin 90

Halbgebohrte Perlen, Untersuchung von 100
Halbperlen 111
Haliotis-Perlen 113
Haltbarkeit der Perle 86, 88
— von gezüchteten Perlen 75
Hämatitperlen 90, 112
Härte gezüchteter Perlen 76
Härteprüfungen 52
Haßlinger 12
Hautefeuille 15
Herdman 65, 82
Hiddenit 21, 22, 23, 29, 50
Hohlraum im Kristall 41
Höllensteinlösung 87
Hope Saphir 6
Hornell J. 65, 82
Hyazinth 21
— orientalischer 29
— synthetisch 17
— von Compostella 29
Hydrophan 24

Idar 53
Idiochromatische Minerale 46
Ikeda 69
Imitationen 115
— Untersuchung der 40
Imitationsperlen 84, 89
Injektion von ektodermalen Zellen in das Bindegewebe 68
Innere Spannung der künstlichen Edelsteine 40
Interferenz der Lichtstrahlen 58
Interferenzbilder von Perlen mit Röntgenstrahlen 107
Ipantivu 64
Irisierende Substanz 89
Irreführende Bezeichnung von Edelsteinen 28
Irreführungen und Täuschungen, Schutzmaßnahmen dagegen 114
Isomorphe Beimengungen 46

Jameson H. L. 64, 69
Japanhalbperle 67
Japanische Perle 113
Japanperlen 67, 111, 112
Jaquin 89
Jaspis 29
— Nunkirchner 25
Johannisbaum, Bohne 54
Jungfernperlen 113

Kalksinter 29
Kalkspat 58
— innerer Bau 104
Kandl H. 122
Kantenwachstum, Korund 4
Karat 54, 108
— metrisches 54
Karbide 12
Kathodenlicht 50
Kathodenröhre 48
Kathoden-Röntgenröhre 52
Kathodenstrahlen 9, 20, 46, 48
Kern bei natürlichen Perlen 77
— und Hülle gezüchteter Perlen, Gewichtsverhältnis 101
Kernlose gezüchtete Perlen 75, 78
Kernmeßapparat 97, 98
— auf dem Mikroskop 98
— Ausmessen von Perlen 101
Kharrub 54
Kiemen der Flußperlmuschel 57
Kimberlit 11
Kirschperlen 111
Kitt der Dubletten 53
Kohle 11
Kohlenstoff 11
Kollodium 87
Konchyolin 57, 77
Konchyolineinlagerungen 101
Konchyolinfetzen 74
Korallenriffe 64
Korrekturen an der Form der Perlen 84
Korund 1
— Farbvarietäten 7
— gelb 7
— grün 7
— künstlicher, alexandritartig 8, 49
— natürlicher 49
— Schmelztropfen 4
— violett 7
Korunde, künstliche, Blaufärbung 6
— (künstlich) wirtschaftliche Bedeutung 9
— Preise für geschliffene künstliche 55
Kraatz-Koschlau 6
Kristall, Hohlraum 41
Kristallisierte Einschlüsse 35
Kropfperlen 60
Kulturperlen 81, 112, 122
Künstliche Edelsteine 1, 72
— — Gasblasen 4, 7
— — Preise 10
— — Streifung, gekrümmte 31
— — Vergleich mit gezüchteten Perlen 78
— Färbung der Perlen 88, 92
— Korunde, Rotfärbung 6
— Perlen 89
— Smaragde 16
— Smaragdkriställchen 15
— Spinelle 9
Künstlicher blauer Spinell 6

Künstlicher Korund, alexandritartig 49
Kunz G. F., Perlenleere 110
Kunzit 21, 22, 23, 48, 50
— synthetisch 17, 29

Lackieren der Edelsteine 27
— — Perlen 87
Lackierte Steine 115
Lackschicht auf Perlen 92
La-Paz-Perlen 112
Lapis, deutscher 29
Lapislazuli, deutscher 25
Laue 104
— -Bild 104
— -Bilder von Perlmutter 107
— -Diagramme 106
Lavoisier 11
Lebensverhältnisse der Perlmuscheln 65
Lehmann W. M. 108
Leiser 52
Leiser-Wojtaček 48
Lemoine 12
Le Temps 83
Lex Exner 118
Licht, Beugung durch Gitter 59
— polarisiertes 32, 33
Lichtbrechung der Gläser 17
Lichte Schichte 58
Lichtfilter 45
Liesegang R. E. 20, 90
Lind S. C. 22
Linné 66
Lithiumsmaragd 29
Lootperlen 111
Lumineszenz 30, 46
Lumineszenzerscheinungen der Perlen 102
— Mechanismus der 46
Lummer O. 12
Lüster der Perlmutter 58

Magnesiaspinell, blau 6, 8
Malzahl der Perlen 108
Mantel, Bindegewebe 63
Mantelepithel, äußeres 68
Mantelfalte der Flußperlmuschel 57
Mantellappen der Flußperlmuschel 57
Mantel-Schalenraum der Muschel 66
Margaritana margaritifera 56, 61
Margaritifera m. Martensi 56
— m. mazatlantica 56
— m. persica 56
Marktpreise für künstliche synthetische Steine 53
Marsden 14
Maßnahmen zur Vermehrung der Muschelbestände 63
— — — der Perlbildung 63
Maturadiamant 1, 19, 29, 117
Mauthner Ph. 118, 126
Mechanische Festigkeit von Perlen 86
Mechanismus der Lumineszenzerscheinungen 46
Meisenheimer J. 63
Meleagrina 56
Merkmale der gezüchteten Perlen 73
Metrisches Karat 54
Meyer Stefan 22
Michaud 3
Michel H. 23, 33, 44, 47, 48, 52, 91, 98, 100, 122, 123
Miethe A. 7, 22
Mikimoto 65, 69, 72, 73, 75, 77, 80
Mikimotoperlen 112
Mikroskop, Untersuchung mit 32
Milbenei als Kern einer Perle 63
Mixten 18, 31
Mode, Einfluß der 54
Moissan 12, 13, 14
Molisch H. 72
Mollusken 56
Mondstein 29
Monobromnaphtalin 18
Monsterperlen 60, 111
Montanarubin 29
Montanasaphir 49, 50
Morgan 54
Müller K. W. 100
Muschel, Mantelschalenraum 66
Muschelbestände, Maßnahmen zur Vermehrung der 63
Muscheln, Aussterben der 65
— Ernährungsverhältnisse 71
— Feinde der 71
— Zucht in eigenen Farmen 65
Muschelzucht in Nordamerika 66
Mytilus 56

Natürliche Edelsteine, Schmelz 10, 34
— — Seide 10
— Steine, Einschlüsse der 37
— Perlen, Kern bei 77
Negativer Kristall 41
Nicolsches Prisma 33
Nordamerika, Muschelzucht 66
Normen über gezüchtete Perlen 84
Nunkirchner Jaspis 25

Oberfläche einer Flußperle 60
— der künstlichen Perlen 90
— — Perlmutter, Zeichnung 59
— von Perlen 91
Oberflächeneigenschaften der Perlen 58, 60
Oberösterreich, Perlenbäche 66
Oculus mundi 24
Odontolith 16
Ölflecken 58
Onyxmarmor 29
Opal 24
— Ceylon 29

Opale verfärbt 24
Opalisierende Glassorten 89
Optische Orientierung der Schmelztropfen 7
— Werke Reichert 33
Orientalische Perlen 112
— Steine 28
Oshima 72
Ostrea 56
Ostwald - Frankenheimsche Stufenregel 13

Padparadschah 7
Palau-Inseln, Farmen 72
Paragonperlen 111
Parasiten 64
— Anlaß zur Perlbildung 66
— Vermehrung der 66
Parasitentheorie 61
Paris L. 6
Passauerperlen 112
Peridot, brasilianischer 29
Perlaugen 111
Perlbänke 64
Perlbildung 62, 63, 64
— Maßnahmen zur Vermehrung der 63
Perlbirnen 111
Perle, Abnutzbarkeit 77
— Form 60
— gezüchtet, Dicke der Hülle 101
Perlen, 56
— Abspiegeln des Bohrloches 97
— Absterben der 86
— Alter 86
— Ausmessen mit Kernmeßapparat 101
— Bearbeitung, Verfälschung 84
— Bestimmung ihres Wertes 91
— Beurteilung der Schälbarkeit 94
— Bewertung 108
— Bleichen der 87
— bleigrau gefärbte 77
— blinde, verbessern 89
Perlen, blinde, verschönern 89
— Blindwerden der 86
— Bohren der 85
— chemische Untersuchung 88
— — Zusammensetzung 63
— Durchleuchten von 94
— — vom Bohrkanale aus 100
— Einbetten der 95
— Einlegen in Öl 88
— elektrische Leitfähigkeit 102
— Entstehung 56
— falsche, unechte 81
— Farbe der 63
— frisch gefischte 85
— gezüchtet, Dimensionen von Kern und Hülle 101
— — Erkennung 94
— — Gewichtsverhältnis von Kern und Hülle 101
— — Oberfläche 94
— — spezifisches Gewicht 102
— halbgebohrte, Untersuchung 100
— Haltbarkeit der 86, 88
— hohl 89
— Imitationen 89
— Interferenzbilder mit Röntgenstrahlen 107
— japanische 113
— kernlose, gezüchtete 78
— Korrekturen an der Form 84
— künstliche 89
— künstliche Färbung 88, 92
— — Oberfläche 90
— Lackieren der 87
— Lackschicht 92
— Lumineszenzerscheinungen 102
— Malzahl 108
— mechanische Festigkeit 86
— mit mehreren Löchern 113
— — Perlkern 75
Perlen mit Perlmutterkern 76
— Oberfläche von 76, 91, 93
— Oberflächeneigenschaften 78
— Pflege der 86
— Polieren von 84, 89
— Provenienz 102
— Prüfung mit Röntgenstrahlen 103
— reflektierende Prismen 100
— Reinigung der 87
— Röntgenschattenbilder 103
— rosarote 56
— Schaben der 85
— Schälen von 76, 88
— Schattenbilder 99
— spezifisches Gewicht 63
— Sprünge 86, 88, 93, 115
— Stopfen der 88
— Trocknungsprozeß 85
— Untersuchung von 91
— — des Bohrkanales 100
— Verhalten im magnetischen Felde 102
— Wert 109
— Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agenzien 86
— Zonarer Aufbau der 99, 100
— Züchtung von 63
Perlenarten, ihre Bezeichnungen 111
Perlenbäche Oberösterreichs 66
Perlenessenz 89, 92
Perlenfarmen von La Paz 65
Perlenfischerei 82
— von Ceylon 65
Perlenimitation, Oberfläche 95
Perlenleere nach Dr. G. F. Kunz 110
Perlenmikroskop 91
Perlenschnur, Verlauf der 109
Perlenschnüre, ihre Berechnung 108

Perles factices 83
Perles fausses 81, 82
— fines 63, 81
Perlkern 75
Perlmuschel, Röntgenschattenbild 65
Perlmuscheln, Lebensverhältnisse 65
— Untersuchung mit Röntgenstrahlen 63
Perlmutter 56
— Laue-Bilder 107
— Lüster 59
— Wachstumsmaserung auf der Oberfläche 59
— Zeichnung der Oberfläche 59
Perlmutterblättchen, Anordnung 76
Perlmutterglanz 58, 59
Perlmutterkern 76
Perlmutterschichte 58
Perlmuttersubstanz 77
Perlsack 62, 63, 68, 69, 70
Perltropfen 111
Perlwarzen 111
Perrey 15
Pflege der Perlen 86
Pinkperlen 113
Pinna 56
— -Perlen 112
Pleochroismus 43
Plinius 17, 31
Pohl L. 77, 82, 83
Polanyi M. 105
Polarisiertes Licht 32, 33
Polieren von Perlen 84, 89
Prehnit 29
Preise der künstlichen Edelsteine 10, 55
— — natürlichen Edelsteine 54
— von Schmuckstücken 114
Primärer Kern bei natürlichen Perlen 77
Prismenschichte 58
Prismensubstanz 77
Produktion an künstlichen Edelsteinen 10
Provenienz der Perlen 102
Prüfung, chemische 51
— der Perlen mit Röntgenstrahlen 103
Przibram K. 23
Pyrop 21

Qualität der gezüchteten Perle 74
Quarz 29

Radiumstrahlen 20, 46
Rauchquarz 21
Reflektierende Prismen, Perlenuntersuchung 100
Reichert C., optische Werke 33, 45, 51, 91, 92, 97
Reinigung der Perlen 87
Rekonstruierte Rubine 4
Rhythmische Fällungen 90
Riedl Gustav 44, 47, 48, 52, 66, 75, 91, 98, 100, 123
Rinne F. 104, 105
Riu-Kiu-Inseln, Farmen 72, 80
Römische Perlen 112
Römisches Edelsteingewicht 54
Rondiste 18
Röntgenschattenbilder 53
— gezüchteter Perlen 76
— Perlmuscheln 65
— von Perlen 103
Röntgenspektographische Methoden 105
Röntgenstrahlen 16, 20, 46, 48, 51
— Beugungs- u. Spiegelungserscheinungen 104
— Durchleuchtung mit 51
— Interferenzbilder von Perlen 107
— monochromatische 105
— Spiegelung 105
Rosatopas 19, 22, 23
— synthetisch 17, 29
Rose H. 108
Rosenquarz 21, 29
Roséperle 92
Rotalge 71
Rote Strömung 71
Rotfärbung der Achate 25, 26
— — künstlichen Korunde 6
Rubin 21, 22, 33, 50, 116, 117
— natürlicher 48
— kalifornischer 29
— künstlicher 48
— rekonstruierter 4
— sibirischer 29
— synthetischer 2
— unreifer 29
Rubinsaft 27
Rubis Balais 117
— de Genêve 3
— reconstitués 4
— scientifiques 3
Ruff O. 7, 12, 14
Ryziger F. 97

Saatperlen 111
Salpetersaures Silber 87
Sand in Edelsteinen 34
Sandperlen 111
Saphir 6, 21, 22, 33, 35
— alexandritartiger, künstlicher 8
— australischer 49, 50
— Birma 49
— blau 20, 23
— — künstlich, Anwachsstreifen im 39
— brasilianischer 29
— Ceylon 49
— farblos 7, 23
— Flüssigkeitseinschlüsse 34, 35
— gelb 7
— grün 7, 8
— künstlicher blauer 50
— künstlich grün, Anwachsstreifen 38
— rosa 7, 22, 23
— scientifique 29
— synthetisch 49
— violett 7
— weiß 22
— — künstlich 51
Saphirsaft 27

Saugwürmer 61
Schaben der Perlen 85
Schale, Aufbau 58
— der Flußperlmuschel 57
Schälen der Perlen 76, 88
Schalenauswüchse 61, 66, 111
Schalenperlen 61, 111
Schalenverletzung 60
Schattenbild einer Perlmuschel 64
Schattenbilder, Röntgenstrahlen 51
Schätzungen von Schmuckstücken 114
Schenker E. 14
Scherrer S. 105
Schichte, lichte 58
Schiebold E. 105
Schlieren in Glas 40, 41
Schließmuskel der Flußperlmuschel 57
Schmelz der natürlichen Edelsteine 10, 34
Schmelzapparat, Verneuilscher 3
Schmelzfluß 2
Schmelztropfen, optische Orientierung 7
— von Korund 4, 5
Schmidt W. J. 59
Schottenperlen 112
Schutzmaßnahmen gegen Irreführungen und Täuschungen 114
Schwarzfärbung der Achate 25, 26
Schweidler E. 22
Seemann H. 105
Seide 36
— der natürlichen Edelsteine 10, 34
Sekret für die Schalenbildung 62
Sekundärer Kern der natürlichen Perle 77
Senftner 12
Siamrubine 30, 42, 47, 50
Sichling K. 14
Siliqua graeca 54
»Slug«-Perlen 112
Smaragd 8, 18, 21, 30, 36 40, 44, 49, 54, 116
— brasilianischer 29
— Flüssigkeitseinschlüsse (mit Gaslibellen) 43, 44
— künstlich 15, 16
— orientalischer 29, 117
— Synthese 15
— uralischer 29
— Verfälschungen des 15
— Zonenstruktur 34
Smaragdkriställchen, künstliche 15
Spektroskopische Prüfung 44
Spektrum 44
Spezifisches Gewicht der gezüchteten Perlen 76, 102
— — — Perlen 63
Spiegelungs- und Beugungserscheinungen der Röntgenstrahlen 104
Spinell 6, 8, 29, 48, 49, 116, 117
— aquamarinfarben 9
— blau 50
— blau, künstlich 50
— dunkelgrün 9
— künstlich 9
— künstlich, blau 6
— — grün 51
— rot 50
Spiritus 52
Spodumen, gelber 22
Sprünge der Perlen 86, 88
— in Edelsteinen 32
Staub in Edelsteinen 34
Staubperlen 111
Stellung der gezüchteten Perlen im Handel 75
Stopfen der Perlen 88
Strahlen, Verfärbung von Edelsteinen 20
Streifung, gekrümmte, künstlicher Edelsteine 31
Strombus gigas 56
Stückperlen 111
Stufenregel, Ostwald-Frankenheimsche 13
Sublimation 2
Süßwassermuscheln 66
Süßwasserperle, Dünnschliffbild 59, 60
— Wachstumsmaserung auf der Oberfläche einer 61
Süßwasserperlen 112
Synthese 1, 2
— aus Schmelzfluß 2
— — wässeriger Lösung 2
— des Rubines 2
— — Smaragdes 15
Synthetischer Alexandrit 17, 29
— Aquamarin 9, 17
— Goldtopas 17, 20
— grüner Turmalin 29
— Hyazinth 17
— orientalischer Alexandrit 8
— Kunzit 17, 29
— rosa Turmalin 29
— Rosatopas 17
— Rubin 2
— Saphir 49
— Topas 29
— Türkis 16
— Turmalin 17, 29

Taub 3
Taucherinnen 65
Täuschungen und Irreführungen, Schutzmaßnahmen gegen 114
Tecla-Perlen 90
Tecla-Smaragde 19, 42, 46
Temperaturveränderung, Verfärbung von Edelsteinen 19
Thermolumineszenz 22
Topas 21, 29, 55
— blau 22
— böhmischer 29
— farblos 22
— indischer 29
— orientalischer 29
— spanischer 29
— synthetisch 29
Totalreflexion 31
Transplantation von Epithelzellen 70

Trocknungsprozeß der Perlen 85
Tropäolin 87
Türkis 16, 30, 53
— blau 24
— gefärbt 24, 52
— mexikanischer 51
— okzidentalischer 16
— orientalischer 16
— persischer 51
— synthetisch 16
— vom alten Stein 16
— — neuen Stein 16
— Wiener 16, 51
Turmalin 21, 22, 29, 48, 55
— grün, synthetisch 17, 29
— rosa, synthetisch 17, 29

Übertragung von ektodermalen Zellen 75
Ultraviolette Strahlen 20, 30, 46, 48
Ultraviolettes Licht 19
Ungarische Opalgruben 24
Unio 57, 68
Universalmikroskop 92
Unterlegen von Steinen 27
— — Perlen 28
Unterlegte Steine 115
Unterschiebung minderwertiger Steine 28
Untersuchung der Perlmuscheln mit Röntgenstrahlen 63
— des Bohrkanales von Perlen 100
— mit dem Mikroskop 32
— von Edelsteinen 31
— — halbgebohrten Perlen 100
— — Imitationen 40
— — Perlen 91
— — Perlmutterkugeln 97
Untersuchungsanstalten für Edelsteine 114, 118
Unze 54

Veränderungen der Farbe von Edelsteinen 19
Verbesserung blind. Perlen 89
Verfälschung von Perlen 84
Verfälschungen 118
— des Smaragdes 15
— durch Verfärbung 25, 27
— und Veränderungen von Edelsteinen 17
Verfärbungen, erlaubte 26
— von Edelsteinen durch chemische Vorgänge 24
— — — durch Strahlen 20
— — — durch Temperaturveränderung 19
Verhalten der Perlen im magnetischen Felde 102
Verlagerung von ektodermalen Zellen 68
Verlauf einer Perlenschnur 109
Verneuil 3, 4, 6
Verneuilscher Schmelzapparat 3
Verschönerung blinder Perlen 89
Verschüttetwerden d. jungen Muscheln durch Sand 64
Verstärkung der Interferenzen 106
Verteilung der Farbe im Steine 31
Violettrubin 21
Vives Gaston J. 65

Wachsperlen 90
Wachstumsmaserung auf der Oberfläche der Perlmutter 59
Wachstumsmaserung auf der Oberfläche einer Süßwasserperle 61
Warma 87
Wasserstoffsuperoxyd 87
Weichkörper der Flußperlmuschel, Organisation 57
Weltauge 24
Wert der Perlen 109
Wertbedrohende Manipulationen 91
Wertvermindernde Manipulationen 91
Widerstandsfähigkeit der Perlen gegen chemische Agenzien 86
Wiener Türkis 16, 51
Wild G. O. 20
Wirtschaftliche Bedeutung der künstlichen Korunde 9
Woehler 6
Wojtaček 52
Wright F. E. 93, 98

Yaeyama, Farm bei 72

Zahlperlen 111
Zahntürkis 16
Zellen, ektodermale 62, 63
Zellit 90
Zelluloid 90
Zirkon 21, 49
— blau 20, 23, 29, 50
— farblos 19
— Siam 20
— weiß 1, 19, 117
Zonarer Aufbau der Perlen 100
Zonarstruktur 31, 36
Zucht der Muscheln in eigenen Farmen 65
Zuchtperlen 81, 112
Züchtung von Perlen 63

0143